

Nuutti Vuorimies

Hydrofobisten koekohteiden seurannat vuoteen 2015



Nuutti Vuorimies

Hydrofobisten koekohteiden seurannat vuoteen 2015

Liikennevirasto

Helsinki 2017

Kannen kuva: Nuutti Vuorimies

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISBN 978-952-317-397-2

Liikennevirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 0295 34 3000

Nuutti Vuorimies: Hydrofobisten koekohteiden seurannat vuoteen 2015. Liikennevirasto, kunnossapito-osasto. Helsinki 2016. 149 sivua ja 3 liitettä. ISBN 978-952-317-397-2.

Avainsanat: tiet, kelirikko, vauriot, kosteus, seuranta

Tiivistelmä

Vuosina 2005, 2008 ja 2009 tehtiin kuusi koerakennetta, joissa kelirikosta kärsiviä teitä parannettiin käsiteltäville materiaaleille hydrofobisuutta antavilla käsittelyaineilla. Vuosina 2005 ja 2009 rakennetut koekohteet on esitelty tässä raportissa lyhyesti, koska niistä on tarkemmat kuvaukset aiemmissa julkaisuissa. Vuonna 2008 rakennetun koerakenteen tekeminen on esitelty tarkemmin tässä raportissa. Näistä hydrofobisista koekohteista kolme sai päällysteen, kaksi jäi kokonaan ilman päällystettä ja yhdessä oli päällystetty ja päällystämätön osuus. Koekohteiden yhteispituus oli noin 2 km.

Hydrofobisten koekohteiden seuranta on perustunut pääosin silmämääräisille tarkastuksille sekä PPL- ja PTM-mittauksiin. Lisäksi tapauskohtaisesti oli tehty mm. maatutkamittauksia ja laboratoriomäärytyksiä. Hydrofobisten koekohteiden seuranta on ollut jatkoa TTY:n Maa- ja pohjarakenteiden yksikön tutkimuksille, joissa on käsitelty kosteustilaherkkien tierakennemateriaalien ominaisuuksien parantamista uusilla käsittelyaineilla.

Koekohteilla pahin ongelma on ollut erittäin heikko pohjamaa tai tierakenteen alaosa kelirikko-aikana. Näissä kohteissa hydrofobisuutta antavalla käsittelyaineella käsitelty 0,15–0,20 metrin kerros ei ole kyennyt estämään tien merkittävää vaurioitumista ja kaksi koekohteista on purettu tästä syystä seuranta-aikana.

Päällystämättä jätetyissä koekohteissa teiden hoito- ja kunnostustoimenpiteet vaikeuttivat huomattavasti niiden onnistumisen arvioimista. Vaikutti, että koekohteilla hydrofobisuutta antavalla käsittelyaineella saatiin poistettua pintakelirikkoo. Todennäköisesti yhdellä koekohteista ensimmäinen kevätmuokkaus rikkoi käsitellyn kerroksen yhtenäisen pinnan, jonka jälkeen sillä havaittiin pölyämistä ja urautumisongelmia. Samojen ongelmien alkusykäyksenä olisivat voineet olla myös auraukset. Keskeinen kysymys hydrofobisella käsittelyaineella käsitellylle soratielle on olemassa olevien kunnostusmenetelmien soveltuvuus tai tarpeen vaatiessa soveltuvien kunnostusmenetelmien kehittäminen. Seurantojen perusteella päällystämättä jätettäviä koekohteita ei suositella tehtävän ennen kuin on selvitetty normaalien hoitotoimenpiteiden tarkemmat vaikutukset käsiteltäviin kerroksiin tai voidaan varmistaa, että koekohteilla tehdään vain ennalta sovittuja hoitotoimenpiteitä.

Päällystettynä hydrofobisuutta antavat käsittelyaineet ovat toimineet toistaiseksi välttävästi tai hyvin. Näiden koekohteiden kohdalla hydrofobisten käsittelyaineiden käytön taloudellisen käytön edellytykset selviävät Maalahden ja Virtojen koekohteiden vaurioiden kehittymisen kautta. Täten ainakin niiden seurantaa olisi jatkettava.

Nuutti Vuorimies: Follow-up of the hydrophobic test roads until year 2015. Finnish Transport Agency, Maintenance Department. Helsinki 2016. 149 pages and 3 appendices. ISBN 978-952-317-397-2.

Summary

Six test structures have been done on roads from suffering spring thaw weakening with treatment agents providing hydrophobic properties to the treated materials in years 2005, 2008 and 2009. Test roads done in 2005 and 2009 are presented only shortly in this report, because a more accurate description has been presented in the earlier publications. The construction of the test structure done in 2008 has been presented more detailed in this report. Three of the hydrophobic test roads have been paved, two have been left without pavement and one has had paved and unpaved section. The total length of the test roads was about 2 km.

The follow-up of the hydrophobic test roads had mainly been based on visual investigations along with FWD- and road profiling measurements. Additionally, ground radar measurements and laboratory tests had been done according to the requirements of the case. The follow-up of the hydrophobic test roads has been continuation to the research work carried on the use of new treatment agents to improve properties of the moisture susceptible road materials at Tampere University of Technology's Unit of Earth and Foundation Structures.

The worst problem on the test roads has been very weak subgrade soil or lower parts of the road structure during spring thaw weakening. Treatment of 0,15–0,20 meter layer with treatment agents providing hydrophobic properties has not prevented remarkable damaging in these test roads and two of the test roads has been rehabilitated during the follow-up time.

Maintenance and repair works have complicated significantly the estimation of the success of the unpaved test roads. It seems that use of treatment agents providing hydrophobic properties has eliminated spring thaw weakening of the wearing course. Likely, the first spring maintenance on one of the test roads has broken the uniform surface of the treated layer and afterwards dusting and rutting problems had been observed on that road. Ploughing of the road could also have been the trigger for the same problems. Essential issue for the unpaved roads treated with hydrophobic treatment agents is the suitability of the existing maintenance methods or developing of appropriate new maintenance methods if needed. According to the follow-ups, unpaved test roads are not recommended to be constructed before more accurate effects of the normal maintenance works to the treated layers are verified or it can be ensured that only beforehand agreed maintenance works will be done.

On paved roads the treatment agents providing hydrophobic properties have performed reasonably or well. Conditions for economical use of hydrophobic treatment agents in these test roads will turn out based on the progress of damages in Maalahti's and Virrat's test roads. Hence follow-up of at least them should have continued.

Esipuhe

Liikennevirasto ja Pirkanmaan ELY-keskus ovat tilanneet hydrofobisten koekohteiden seurannat Tampereen teknillisen yliopiston Maa- ja pohjarakenteiden yksiköltä. Raportointien tarkoituksena oli dokumentoida koekohteiden kunnon muutokset sekä arvioida niiden toimivuutta.

Raportin on kirjoittanut Nuutti Vuorimies Tampereen teknillisestä yliopistosta tukenaan Maria Sjöberg. Silmämääräiset tarkastukset paikan päällä on tehnyt kirjoittaja ja mt 2991:lla vuodesta 2012 eteenpäin Maria Sjöberg. Lisäksi TTY:ltä projektin ohjaukseen on osallistunut professori Pauli Kolisoja. Raportointien etenemistä ovat ohjanneet Liikennevirastosta Päiviö Tuovio ja Heikki Lappalainen sekä Pirkanmaan ELY-keskuksesta Anne Valkonen.

Helsingissä huhtikuussa 2017

Liikennevirasto
Kunnossapito-osasto

Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ	9
1.1	Raportin tausta	9
1.2	Pudotuspainolaitemittauksista saatavien indeksien raja-arvoja	9
1.3	PTM-mittauksista saatavien tunnuslukujen raja-arvoja	10
2	MAALAHTI, MT17560 TO 1 PL 205–368 RAKENNETTU 2005.....	12
2.1	Yleiskuvaus tiestä ja koerakenteesta.....	12
2.2	Maatutkamittaukset ja rakennekerrokset	13
2.3	Pudotuspainolaitemittaukset.....	13
2.3.1	Mittausajankohdat	13
2.3.2	Kesä- ja syysmittausten indeksit.....	13
2.3.3	Kevätmittausten indeksit.....	16
2.3.4	Keskilinjalta vuosina 2008, 2010 ja 2012 määritettyjen indeksien tarkastelu	18
2.5	Silmämääräiset tarkastukset	26
2.5.1	Vuosi 2009.....	26
2.5.2	Vuosi 2010	28
2.5.3	Vuosi 2011.....	28
2.5.4	Vuosi 2012.....	30
2.5.5	Vuosi 2013.....	32
2.5.6	Vuosi 2014	33
2.5.7	Vuosi 2015.....	34
2.6	Johtopäätökset Maalahden koekohteesta	37
3	ROVANIEMI, JYRHÄMÄJÄRVI, MT 19735 PL 2100–2365 RAKENNETTU 2005.....	39
3.1	Yleistä	39
3.2	Maatutkamittaukset.....	39
3.3	Pudotuspainolaitemittaukset.....	40
3.3.1	Mittausajankohdat	40
3.3.2	Kesämittausten indeksit	40
3.3.3	Kevätmittausten indeksit.....	43
3.4	Johtopäätökset Jyrhämäjärven koekohteesta	48
4	SEINÄJOKI, LOUKO-KOURA, MT 17353 TO2, RAKENNETTU 2008	49
4.1	Yleistä.....	49
4.1.1	Ennakkokokeet.....	49
4.1.2	Koekohteen rakentaminen 20.8.2008	50
4.2	Maatutkamittaus ja muutokset tien rakenteessa 2008.....	51
4.3	Pudotuspainolaitemittaukset vuosina 2008 ja 2010–2012	53
4.4	Silmämääräiset tarkastukset	58
4.4.1	Vuosi 2009.....	58
4.4.2	Vuosi 2010	60
4.4.3	Vuosi 2011.....	63
4.4.4	Vuosi 2012.....	65
4.4.5	Vuosi 2013.....	68
4.4.6	Vuosi 2014	70
4.4.7	Vuosi 2015.....	73
4.5	Johtopäätökset Louko-Kouran koekohteesta.....	75

5	LAIHIA, HAVINNEVA–TAINUSKYLÄ, MT 17429 TO1 PL 2450–3000, RAKENNETTU 2009.....	77
5.1	Yleistä	77
5.1.1	Sijainti ja ennakkokokeet	77
5.1.2	Rakentaminen 6.8.2009.....	77
5.2	Maatutkamittaus	78
5.3	PPL-mittaukset.....	79
5.4	Silmämääräiset tarkastukset.....	80
5.4.1	Vuosi 2009	80
5.4.2	Vuosi 2010.....	83
5.4.3	Näytteenotto ja DCP-mittaukset 31.8.2010	87
5.5	Koekohteen korjaaminen ja sen seuranta 2010–2012.....	92
5.5.1	Koekohteen korjaus syksyllä 2010.....	92
5.5.2	Korjatun rakenteen silmämääräinen seuranta 2011.....	92
5.5.3	Korjatun rakenteen silmämääräinen seuranta 2012.....	93
5.5.4	Korjatun rakenteen silmämääräinen seuranta vuosina 2013–2015.....	95
5.6	Johtopäätökset Havinneva–Tainuskylän koekohteesta	96
6	VIRRAT, MT 17099 TO4 PL 5460–5826, RAKENNETTU 27.8.2009.....	98
6.1	Yleiskuvaus tiestä ja rakentamisesta	98
6.2	Maatutkamittaus 2009.....	99
6.3	Pudotuspainolaitemittaukset 2010– 2015.....	100
6.4	PTM -mittaukset 2009, 2010, 2013 ja 2015.....	106
6.5	Silmämääräiset tarkastukset 2009–2015.....	109
6.5.1	Vuodet 2009 ja 2010	109
6.5.2	Vuosi 2011	110
6.5.2	Vuosi 2012	112
6.5.2	Vuosi 2013.....	114
6.5.2	Vuosi 2014.....	114
6.5.2	Vuosi 2015.....	115
6.6	JOHTOPÄÄTÖKSET VIRTOJEN KOEKOHTEESTA.....	117
7	NOKIA, RÄMSÖÖ–TOTTIJÄRVI TIE, MT 2991 TO1 PL 4550–5156, RAKENNETTU 2009.....	118
7.1	Yleiskuvaus tiestä ja rakentamisesta	118
7.1.1	Sijainti ja ennakkokokeet	118
7.1.2	Rakentaminen 11.9.2009.....	118
7.2	Maatutkamittaukset ja rakenne.....	119
7.3	Pudotuspainolaitemittaukset 2009–2012	120
7.4	Silmämääräiset tarkastukset.....	123
7.4.1	Vuosi 2009	123
7.4.2	Kevät 2010.....	123
7.4.3	Kesä 2010	125
7.4.4	Vuosi 2011	130
7.4.5	Syysmuokkaus 27.10.2011.....	132
7.4.6	Vuosi 2012	135
7.4.7	Vuosi 2013.....	139
7.4.8	Vuosi 2014.....	141
7.4.9	Vuosi 2015.....	141
7.5	Johtopäätökset Rämsöö–Tottijärvi mt2991 to1 koekohteesta	145

8	JOHTOPÄÄTÖKSET HYDROFOBISISTA KÄSITTELYAINEISTA KOEKOhteissa.....	147
---	--	-----

	LÄHDELUETTELO	149
--	---------------------	-----

LIITTEET

Liite 1	Louko-Koura, mt1753 to2, koekohteen maatumkamittausten tulkinat
Liite 2	Mt 17429 to1 koekohteelta 31.8.2010 ikkunanäytteenottimella määritetyt kerrosrajat ja silmämääräiset arviot otetuista näytteistä sekä määritetyt vesipitoisuudet. Paksunnetulla fontilla on laboratoriossa määritetyt maalajit
Liite 3	Mt 17429 to1 koekohteelta 31.8.2010 DCP:llä määritetyt kerrosrajat ja DCP-indeksi (DPI) sekä DPI-indeksistä CBR-luvun kautta määritetyt E-moduulit kullekin kerrokselle

1 Yleistä

1.1 Raportin tausta

TTY:n Maa- ja pohjarakenteiden yksikössä alkoi 1990-luvun lopulla tutkimukset tien kantavan kerroksen murskeiden kosteustilaherkkyyden vaikutuksen ymmärtämisestä vuodenaikaiseen käyttäytymiseen vaikuttavista mekanismeista yhteistyössä Vaasan ja Lapin tiepiirien sekä Roadscanners Oy:n kanssa. Tutkimusten edetessä heräsi mielenkiinto käsittelyaineita kohtaan, joilla voisi vähentää ongelmallisten tien rakennemateriaalien kosteustilaherkkyyttä. Seuranneissa TEKESin tutkimusprojekteissa etsittiin potentiaalisimpia saatavilla olevia tämän tyyppisiä uusia käsittelyaineita ja tutkittiin niiden vaikutusta kosteustilaherkkien tien rakennusmateriaalien käyttäytymiseen laboratoriotesteillä. Koska potentiaaliset uusilla käsittelyaineilla käsitellyt materiaalit muodostivat yhdessä hydrofobisen pinnan, niitä on kutsuttu hydrofobisuutta tuottaviksi käsittelyaineiksi.

Laboratoriotutkimusten perusteella koekohteissa potentiaalisimmiksi kokeiltaviksi valikoitui kaksi uutta käsittelyainetta. Toinen niistä oli jauhemainen käsittelyaine, jossa oli kaksi osaa polymeereillä peitettyä lentotuhkaa ja yksi osa sammutettua kalkkia. Toinen käsittelyaine oli nestemäinen hartsipohjainen kationinen hajaantuva tuote, joka on tarkoitettu paperin pohjustamiseen ja pinnan hydrofobisoimiseen.

TEKES-projektien seurauksena rakennettiin vuosina 2005, 2008 ja 2009 Lapin, Vaasan ja Hämeen tiepiirien panostuksella kuusi koekohdetta, joissa kelirikosta kärsiviä teitä parannettiin käsiteltäville materiaaleille hydrofobisuutta antavilla käsittelyaineilla. Jauhemaista käsittelyainetta käytettiin kahdessa ja nestemäistä käsittelyainetta kaikissa kuudessa koekohteessa.

Vuoden 2009 kolmen koekohteen rakentamisesta Sjöberg teki diplomityön (2010), joka esittelee koekohteiden ennakkokokeet ja rakentamisen. Diplomityöstä erotettiin vuonna 2009 tehtyjen seurantamittausten raportointi, johon yhdistettiin vuosina 2005 ja 2008 rakennettujen kolmen koekohteen seuranta ja raportointi. Seuranta jatkettiin seuraavina vuosina. Vuosien 2009, 2010, 2011 - 2012 ja 2013 - 2015 seurannat raportoitiin lisäämällä havainnot edellisen vuoden työraporttiin. Nämä seurannat ovat jatkoa TTY:n Maa- ja pohjarakenteiden yksikön tutkimuksille, joissa on käsitelty kosteustilaherkkien tierakennemateriaalien ominaisuuksien parantamista uusilla käsittelyaineilla.

1.2 Pudotuspainolaitemittauksista saatavien indeksien raja-arvoja

Koekohteiden ominaisuuksia voidaan luokitella pudotuspainolaitemittauksista saatavien indeksien perusteella, joista tärkeimmät ovat SCI- ja BCI-indeksit. BCI-arvo kuvaa miten tien päällysrakenne kykenee jakamaan akselikuormaa pohjamaan päällä. SCI-arvot kuvaavat päällysrakenteen yläosan jäykkyyttä kuormituksen alla. Taulukoissa 1.2.1–1.2.3 on esitetty teiden luokitteluun käytettyjä SCI- ja BCI-arvoja. Raja-arvoja käytettäessä on hyvä muistaa, että ne ovat suuntaa antavia tien kunnolle.

Taulukossa 1.2.1 on esitetty tierakenteen kantavuuden arviointi pudotuslaitteen mittaus-tuloksista laskettuna parametrien SCI200 ja BCI avulla. Taulukointi on tarkoitettu sora-teiltä mieluiten loppukesästä tai alkusyksystä (elo-syyskuu) tehtäville mittauksille. (Aho & et al. 2005). Taulukon 1.2.1 arvoja sovelletaan tässä raportissa päällystämättömiin teihin.

Taulukoissa 1.2.2 ja 1.2.3 on esitetty tien kunnon luokittelu SCI200- ja BCI-indeksien perusteella päällystetyillä sekä ohuesti päällystetyillä ja sorateilla Euroopan Unionin pohjoisilla alueilla Roadex-projektien kokemuksiin pohjautuen. Taulukot ovat osa Roadex-projektien tuottamaa internetissä olevaa ”Learning” oppimateriaalia (RoadexIII 2010). Taulukon 1.2.2 arvoja sovelletaan tässä raportissa ensisijaisesti SOP- tai PAB-päällysteisiin teihin. Taulukkoa 1.2.3 sovellettaisiin AB-päällysteisiin teihin.

Taulukko 1.2.1. Soratien rakenteen kantavuuden arviointi pudotuspainolaitteen mittaustuloksista laskettujen parametrien avulla. (Aho & et al. 2005)

Luokka	SCI (μm) 0 – 200 mm	BCI (μm) 900 – 1200 mm
0. Riittävä	< 400	< 50
1. Puutteellinen	400 – 800	50 – 100
2. Huono	800 – 1200	100 – 200
3. Erittäin huono	> 1200	> 200

Taulukko 1.2.2. Ohut päällysteisten ja sorateiden luokittelu SCI200- ja BCI-indeksien perusteella. (RoadexIII 2010)

Luokka	SCI (μm) 0 – 200 mm	BCI (μm) 900 – 1200 mm
Hyvä	< 180	< 10
Riittävä	180 – 300	10 – 30
Puutteellinen	180 – 300	30 – 60
Huono	300 – 600	60 – 120
Erittäin huono	> 600	> 120

Taulukko 1.2.3. Päällystettyjen teiden luokittelu SCI200- ja BCI-indeksien perusteella. (RoadexIII 2010)

Luokka	SCI (μm) 0 – 200 mm	BCI (μm) 900 – 1200 mm
Hyvä	< 120	< 10
Riittävä	120 – 200	10 – 30
Puutteellinen	200 – 250	30 – 40
Huono	250 – 400	40 – 60
Erittäin huono	> 400	> 60

1.3 PTM-mittauksista saatavien tunnuslukujen raja-arvoja

PTM-mittauksia käytetään pääasiallisesti päällystettyjen teiden tasaisuuden ja urautuneisuuden seuraamiseen. Mittauksista saatavien kuntoluokkien raja-arvot riippuvat tien keskimääräisestä liikennemäärästä (KVL) ja tielle sallitusta nopeudesta. Taulukoissa 1.3.1 ja 1.3.2 on esitetty tasaisuuden (IRI) ja urasyvyyksien (URA tai RUT) raja-arvot, joita käytetään hyväksi tässä raportissa arvioitaessa päällystettyjen teiden kuntoa (TIEH 2007).

Taulukossa 1.3.3 on esitetty sivukaltevuusarvoja, joita voidaan käyttää apuna arvioitaessa veden poisjohtamiskykyä tienpinnalta (Tieh 2007). Taulukon perusteella hyvä sivukaltevuus olisi 3–5 %.

Taulukko 1.3.1. Kuntoluokkien määrittäminen 100 m jaksoissa IRI-arvojen perusteella (Tieh 2007)

KVL	Nopeusrajoitus	Tasaisuuden raja-arvot kuntoluokittain				
		Erittäin hyvä	Hyvä	Tyydyttävä	Huono	Erittäin huono
≥ 6000	120 km/h	≤ 1,0	1,01 – 1,4	1,41 – 1,8	1,81 – 2,8	> 2,8
	100 km/h	≤ 1,0	1,01 – 1,6	1,61 – 2,2	2,21 – 3,2	> 3,2
	80 km/h	≤ 1,2	1,21 – 2,0	2,01 – 2,8	2,81 – 3,8	> 3,8
	≤ 60 km/h	≤ 1,2	1,21 – 2,4	2,41 – 3,6	3,61 – 4,6	> 4,6
1500–5999	100 km/h	≤ 1,0	1,01 – 1,8	1,81 – 2,6	2,61 – 3,6	> 3,6
	80 km/h	≤ 1,2	1,21 – 2,2	2,21 – 3,2	3,21 – 4,2	> 4,2
	≤ 60 km/h	≤ 1,4	1,41 – 2,6	2,61 – 4,0	4,01 – 5,0	> 5,0
350–1499	100 km/h	≤ 1,2	1,21 – 2,2	2,21 – 3,2	3,21 – 4,4	> 4,4
	80 km/h	≤ 1,4	1,41 – 2,4	2,41 – 3,8	3,81 – 5,0	> 5,0
	≤ 60 km/h	≤ 1,6	1,61 – 3,0	3,01 – 4,6	4,61 – 5,8	> 5,8
< 350	100 km/h	≤ 1,4	1,41 – 2,6	2,61 – 4,0	4,01 – 4,8	> 4,8
	80 km/h	≤ 1,6	1,61 – 2,8	2,81 – 4,6	4,61 – 5,8	> 5,8
	≤ 60 km/h	≤ 1,8	1,81 – 3,4	3,41 – 5,4	5,41 – 6,6	> 6,6

Taulukko 1.3.2. Kuntoluokkien määrittäminen 100 m jaksoissa urasyvyyden perusteella. (Tieh 2007)

KVL	Nopeusrajoitus	Urien raja-arvot kuntoluokittain				
		Erittäin hyvä	Hyvä	Tyydyttävä	Huono	Erittäin huono
≥ 6000	120 km/h	≤ 5,0	5,1 – 8,0	8,1 – 13,0	13,1 – 17,0	> 17,0
	100 km/h	≤ 5,0	5,1 – 9,0	9,1 – 14,0	14,1 – 18,0	> 18,0
	80 km/h	≤ 5,0	5,1 – 10,0	10,1 – 15,0	15,1 – 19,0	> 19,0
	≤ 60 km/h	≤ 5,0	5,1 – 11,0	11,1 – 17,0	17,1 – 20,0	> 20,0
1500–5999	100 km/h	≤ 6,0	6,1 – 10,0	10,1 – 14,0	14,1 – 19,0	> 19,0
	80 km/h	≤ 6,0	6,1 – 11,0	11,1 – 15,0	15,1 – 20,0	> 20,0
	≤ 60 km/h	≤ 6,0	6,1 – 12,0	12,1 – 17,0	17,1 – 21,0	> 21,0
350–1499	100 km/h	≤ 7,0	7,1 – 11,0	11,1 – 15,0	15,1 – 20,0	> 20,0
	80 km/h	≤ 7,0	7,1 – 12,0	12,1 – 16,0	15,1 – 21,0	> 21,0
	≤ 60 km/h	≤ 7,0	7,1 – 13,0	13,1 – 18,0	18,1 – 22,0	> 22,0

Taulukko 1.3.3. Suomessa käytettäviä sivukaltevuuksia ja kommentteja niiden käytöstä (Tieh 2007).

Sivukaltevuus (%)	Kommentti
+/-3,0	Suositeltu sivukaltevuus suorilla ja tasausviivan pyörästyskohdilla (voidaan tulkita myös minimiarvoksi).
+/-3,0–4,0	Suositeltu kaksipuolinen sivukaltevuus kaarteissa, joiden säde on 400–1300 metriä 50 km/h nopeusrajoitusalueella (pääväylät kaupungeissa).
+/-3,0–5,0	Suositeltu yksipuolinen sivukaltevuus (kallistus) kaarteissa, joiden säde on 85–160 metriä 50 km/h nopeusrajoitusalueella (pääväylät kaupungeissa).
+/-5,0–7,0	Suurin suositeltu sivukaltevuus (kallistus), riippuen väylän luokasta.
>7	Sivukaltevuuden arvo, joka todennäköisesti johtuu ajoradan tai tien reunan muodonmuutoksesta.

2 Maalahti, mt17560 to 1 pl 205–368 rakennettu 2005

2.1 Yleiskuvaus tiestä ja koerakenteesta

Koerakentamiskohde sijaitsee Maalahden kunnassa lähellä Vaasaa tieosoitteessa mt 17560 1/205–1/368. Koerakenne tehtiin tien pahiten vaurioituneella tieosuudelle, jonka päällysteessä oli monin paikoin kuoppia ja verkkohalkeilua (kuva 2.1.1). Koerakenne toteutettiin syyskuussa 2005. Ennen rakentamista tien päällystetyyppi oli PAB-V ja korjaustoimenpiteiden jälkeiseksi päällystetyypiksi tuli PAB-B. Koekohteessa vanha päällyste poistettiin kokonaan ennen käsittelyaineen sekoittamista. Koerakentamiskohde koostui 80 metrin PolyRoad PR21L-osuudesta ja noin 80 metrin Sacocell KN10/35-osuudesta. Maalahden koekohteella tierakenteen kokonaispaksuus vaihtelee 400–600 mm välillä. Ennen rakentamista kantavan kerroksen paksuus vaihteli 150–200 mm välillä, joskin kantavan kerroksen rajapinta oli paikoin varsin epäselvä. (Aho & Vuorimies 2005)



Kuva 2.1.1. Tie 17560 koekohteen alkupäästä päin katsottuna ennen rakentamista 12.9.2005.

Koerakenne tehtiin tihkusateessa ja kohtalaisen tuulisissa olosuhteissa ilman suurempia ongelmia 14.9.2005. Päällyste oli poistettu edellisenä päivänä. Tie päällystettiin viikko sekoituksen jälkeen. Koerakenteille ei tehty erityisiä tasoitustoimenpiteitä ennen päällystämistä. Urakoitsijan mukaan nestemäisellä Sacocell-aineella käsitelty osuus oli päällystämisyvaiheessa niin pehmeä, että päällystepaksuutta jouduttiin hivenen kasvattamaan. (Aho & Vuorimies 2005)

Tiellä tehtyjen käyntien yhteydessä on havaittu tiellä ajettavan pääsääntöisesti siten, että toinen rengas kulkee lähellä tien keskilinjaa vastaan tulevan liikenteen ollessa vähäistä.

2.2 Maatutkamittaukset ja rakennekerrokset

Rakentamisen jälkeen tehdyn maatutkamittauksen perusteella koekohteen päällystepaksuus oli tien keskilinjalla noin 40 mm ja tien uloimmissa ajourissa noin 65 mm. Käsitelty kantava kerros vaikuttaa maatutka-aineiston perusteella tasalaatuiselta ollen kauttaaltaan noin 160 mm paksuinen. Koerakentamiskohteen vertailurakenteena toimivilla tien muilla osilla parantamistoimenpiteenä oli vanhan päällysteen sekoitusjyrsintä ja uusi päällyste. (Aho & Vuorimies 2005)

2.3 Pudotuspainolaitemittaukset

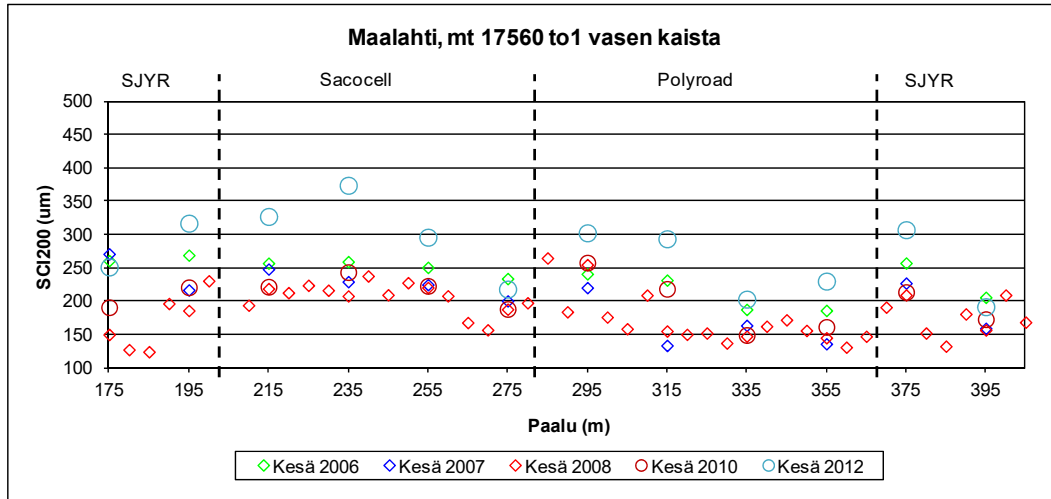
2.3.1 Mittausajankohdat

Maalahden koekohteella tehtiin pudotuspainolaitemittauksia vuosina 2006 - 2008 keväisin ja kesäisin (29.4. ja 30.6.2006, 3.4. ja 10.8.2007 sekä 17.4. ja 1.10.2008). Vuonna 2009 PPL-mittausten tilaaminen meni syksylle ja niitä ei ehditty tehdä ennen tierakenteen jäätymistä. Vuosien 2010 ja 2012 pudotuspainolaitemittaukset tehtiin 9.9.2010 ja 11.10.2012. Lisäksi koekohteella oli tehty ennen rakenteen parantamista muutamia PPL-mittauksia 4.8.1994 ja 18.7.2000.

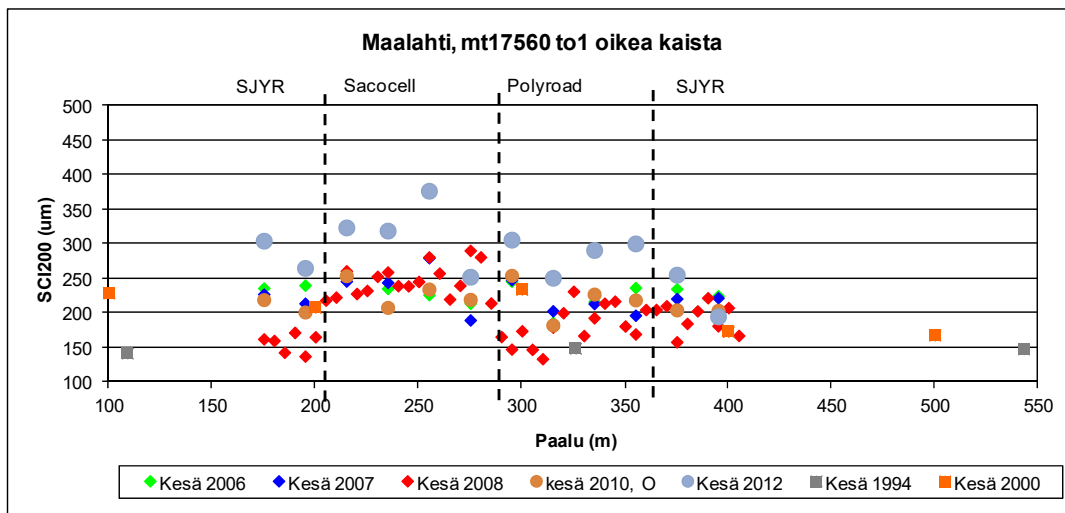
2.3.2 Kesä- ja syysmittausten indeksit

Kuvissa 2.3.1 ja 2.3.2 on esitetty kesällä ja syksyllä tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt SCI200-indeksit, jotka kuvaavat parhaiten tierakenteen yläosan (0–200 mm) ominaisuuksia. Vuosina 2006 - 2010 SCI200-indeksit olivat pääosin 150–250 µm välillä. Vasemmalla kaistalla Polyroad-alueen arvot olivat pääsääntöisesti pienemmät kuin Sacocell-alueella. Pelkällä sekoitusjyrsityllä alueella SCI200-indeksien hajonta oli suurempi. Vuoden 2006 kesällä vasemmalta ja oikealta kaistalta mitatut SCI200-indeksit olivat hieman suuremmat kuin kahtena seuraavana vuotena. Syksyllä 2012 mitatut SCI200-indeksit olivat pääosin 250–350 µm välillä, jotka vastaavat suuruusluokaltaan keväällä 2006, 2007 ja 2008 määritettyjä arvoja. Syksyn 2012 SCI200-indeksit olivat merkittävästi suurempia kuin aikaisempina kesinä tai syksyinä mitatut indeksit. Ennen korjausta oikealta kaistalta mitatut kesäaikaiset SCI200-indeksit olivat olleet vuonna 1994 noin 150 µm ja vuonna 2000 150 - 250 µm.

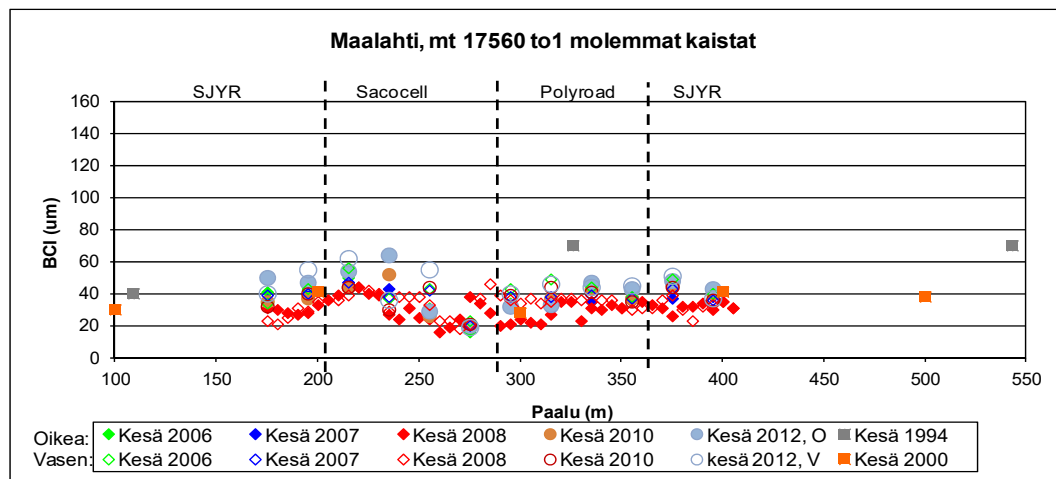
Kuvassa 2.3.3 on esitetty kesä ja syksyllä mitatut pohjamaan taipumaa kuvaavat BCI-indeksit. BCI-indeksit olivat 2007, 2008 ja 2010 pääosin 20–45 µm. Kesäkuun 2006 lopussa BCI-indeksit olivat pääsääntöisesti hieman suurempia kuin muilla mittauseroilla vastaavilla kohdilla. Syksyllä 2012 BCI-indeksit olivat selkeästi suuremmat ollen luokkaa 30–55 µm. Pohjamaan taipumaa kuvaavissa BCI-indekseissä havaitaan kohdassa pl 270–280 oleva rumpu alhaisempina BCI-arvoina. Kuvasta havaitaan myös, että vuoden 2000 kesällä BCI-indeksit olivat 30–40 µm, mutta kesällä 1994 pohjamaan taipumat olivat olleet niihin nähden melkein kaksinkertaisia.



Kuva 2.3.1. Tien 17560 vasemmalta kaistalta kesä- ja syysaikaan PPL-mittauksista määritetyt SCI200-arvot.



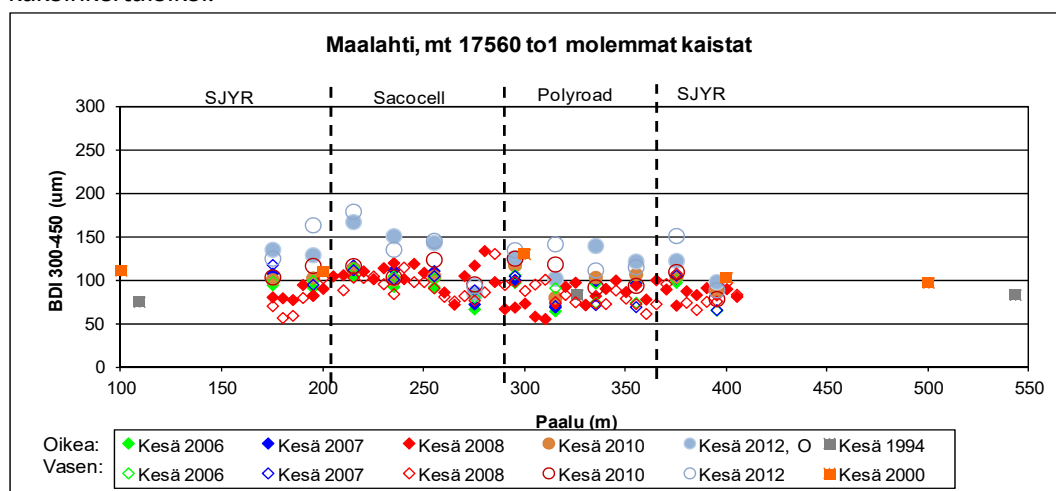
Kuva 2.3.2. Tien 17560 oikealta kaistalta kesä- ja syysaikaan PPL-mittauksista määritetyt SCI200-arvot.



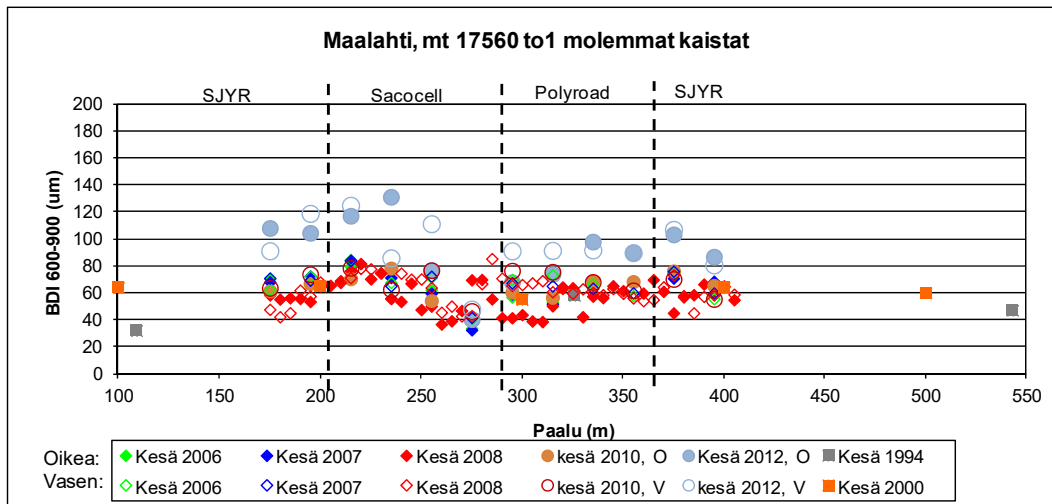
Kuva 2.3.3. Tieltä 17560 kesä- ja syysaikaan mitatuista PPL-mittauksista määritetyt pohjamaan taipumaa kuvaavat BCI-arvot. Täytetyt merkit edustavat oikealta ja avonaiset merkit vasemmalta kaistalta tehtyjä mittauksia. Kohdassa 270-280 tien alla on iso betonirumpu.

SCI200- ja BCI-indeksien perusteella ja taulukoon 1.2.2 pohjautuen Maalahden koekohteen tien kantavuus vaihteli vuosina 2006–2010 riittävän ja puutteellisen alueella pohjamaan taipumien ollessa pääasiassa 20–45 µm. Viitenä ensimmäisenä vuotena kesä- ja syysaikaan tehdyistä mittauksista määritetyt SCI200- ja BCI-indeksit olivat lähellä toisiaan ja tien kantavuus ei ollut heikentynyt. Syksyn 2012 mittauksessa SCI200- ja BCI-indeksit olivat selkeästi suuremmat ja tien kantavuus oli niiden perusteella muuttunut puutteelliseksi ollen paikoin jopa huono.

Kuvissa 2.3.4 ja 2.3.5 on esitetty kesä- ja syysaikaiset BDI300-450 ja BDI600-900-arvot, jotka parhaiten kuvaavat jakavan kerroksen ominaisuuksia 300–450 mm syvyydeltä ja alusrakenteen tai pohjamaan yläosan kuntoa 600–900 mm syvyydeltä. Kuvasta 2.3.4 nähdään, että jakava kerros on ollut vuosina 2006–2010 ominaisuudeltaan suhteellisen tasalaatuista BDI300-450 -arvojen vaihdellessa pääosin 80–120 µm välillä ja vuonna 2012 välillä 100–170 µm. Alusrakenne syvyydellä 600–900 mm on myös ollut suhteellisen tasalaatuista BDI600-900-indeksien ollessa vuosina 2006–2010 40–80 µm. Syksyllä 2012 mitatut BDI600-900-arvot olivat kasvaneet erityisesti välillä pl 170–250 melkein kaksinkertaisiksi.



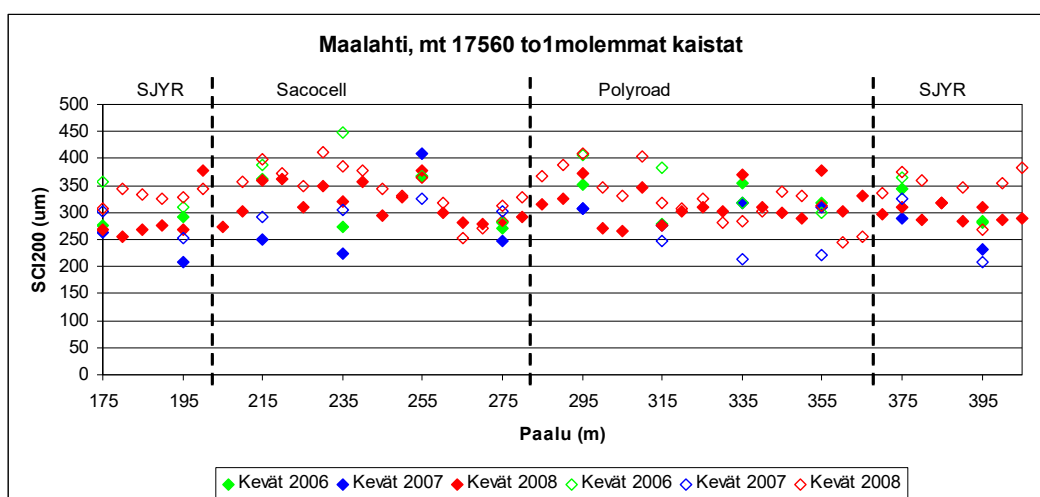
Kuva 2.3.4. Tien 17560 to1 molemmilta kaistoilta kesä- ja syysaikaisista PPL-mittauksista määritetyt jakavan kerroksen taipumaa kuvaavat BDI300-450-arvot. Täytetyt merkit edustavat oikealta ja avonaiset merkit vasemmalta kaistalta tehtyjä mittauksia.



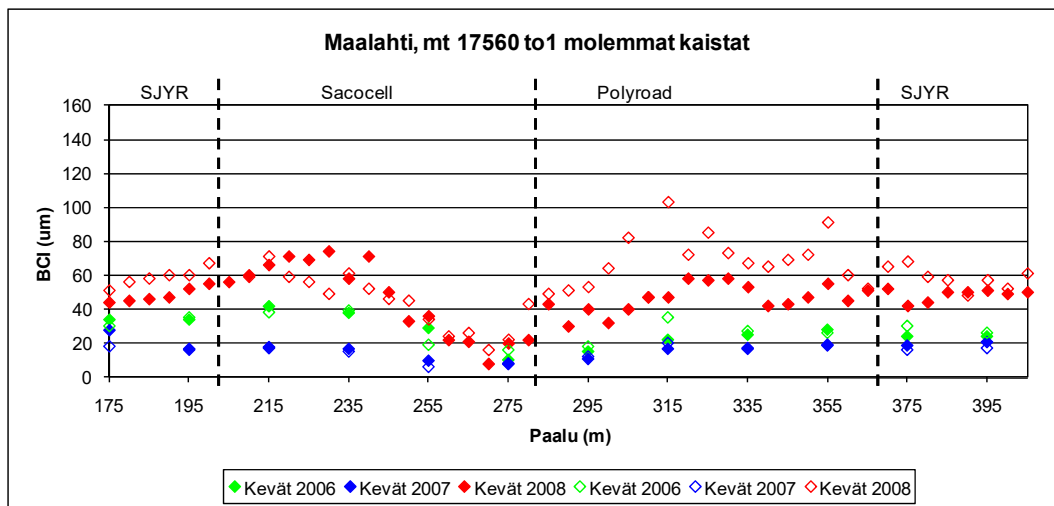
Kuva 2.3.5. Tien 17560 to1 molemmilta kaistoilta kesä- ja syysaikaisista PPL-mittauksista määritetyt pohjamaan taipumaa kuvaavat BDI600-900 -arvot. Täytetyt merkit edustavat oikealta ja avonaiset merkit vasemmalta kaistalta tehtyjä mittauksia.

2.3.3 Kevätmittausten indeksit

Kuvassa 2.3.6 on esitetty keväällä 2006, 2007 ja 2008 tehdyistä PPL-mittauksista lasketut SCI200-indeksit. Näiden mittausten jälkeen keväisin ei ole tehty PPL-mittauksia. Keväällä tehdyissä mittauksissa SCI200-indeksit ovat olleet 250–400 µm eli noin 100 µm suuremmat kuin samojen vuosien kesämittauksissa. Kuvassa 2.3.7 on esitetty keväisin tehdyistä PPL-mittauksista lasketut BCI-indeksit. Kuvasta nähdään BCI-arvojen vaihtelevan eri vuosina, mikä johtuu mittausajankohdan tierakenteen sulamisvaiheesta eri vuosina. Kun kevään BCI-arvoja vertaa kesäarvoihin, vaikuttaisi siltä, että 3.4.2007 tierakenteen alaosa on ollut jäässä ja 17.4.2008 mittauksen aikana pohjamaa olisi jo sulanut hyvin syvälle. Kuvasta 2.3.7 nähdään, että Polyroad-alueella vasemman kaistan BCI-indeksit ovat melkein 20–30 µm suuremmat kuin oikealla kaistalla vuonna 2008.



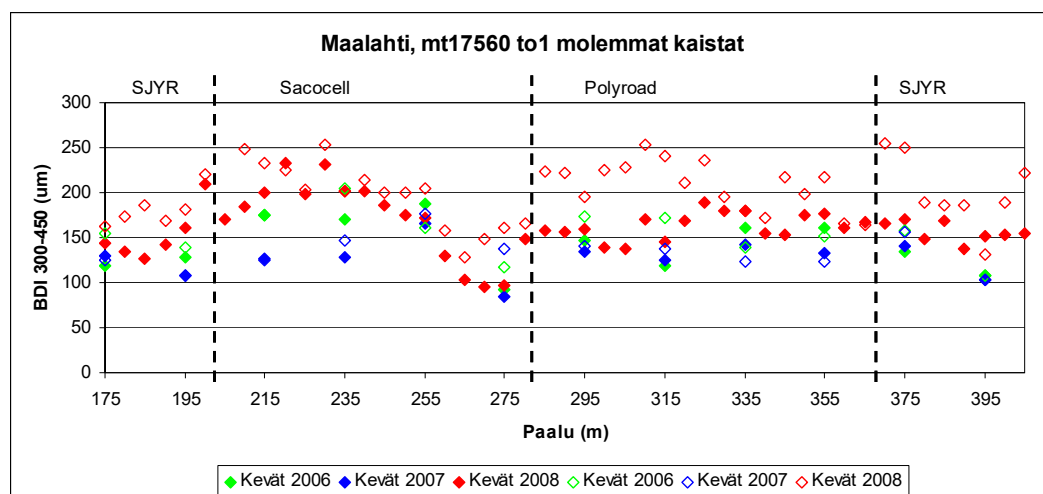
Kuva 2.3.6. Tien 17560 to1 molemmilta kaistoilta keväällä mitatuista PPL-mittauksista määritetyt SCI200-arvot. Täytetyt merkit edustavat oikealta ja avonaiset merkit vasemmalta kaistalta tehtyjä mittauksia.



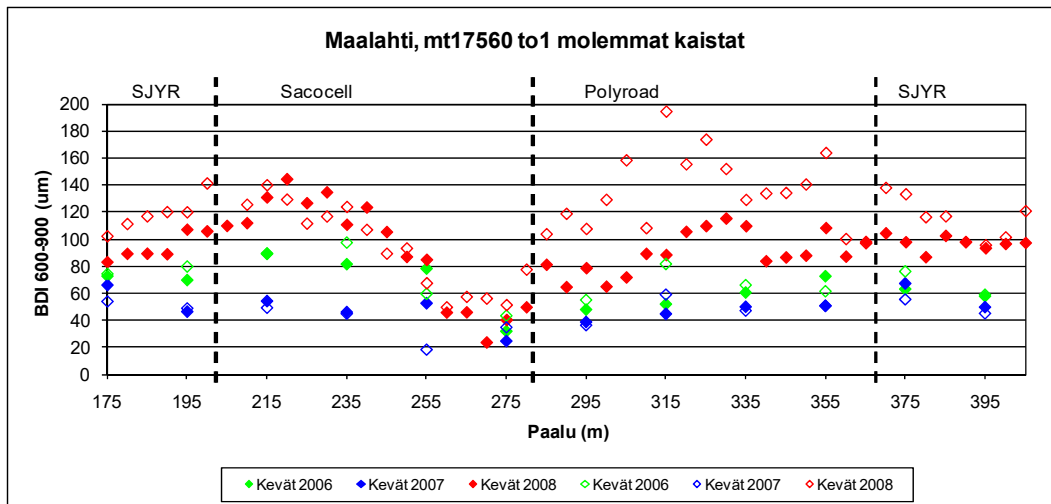
Kuva 2.3.7. Tien 17560 to1 molemmilta kaistoilta keväällä mitatuista PPL-mittauksista määritetyt BCI-arvot. Täytetyt merkit edustavat oikealta ja avonaiset merkit vasemmalta kaistalta tehtyjä mittauksia.

Kuvissa 2.3.8 ja 2.3.9 on esitetty keväällä tehdyistä PPL-mittauksista lasketut BDI_{300–450} ja BDI_{600–900}-indeksit, jotka parhaiten kuvaavat jakavan kerroksen ominaisuuksia 300–450 mm syvyydeltä ja alusrakenteen kuntoa 600–900 mm syvyydeltä. Verrattaessa kevään BDI_{300–450}-arvoja kesäarvoihin havaitaan kevätarvojen olleen vuosina 2006 ja 2007 hieman kesäarvoja suurempia ja keväällä 2008 kaksinkertaisia, jolloin BDI_{300–450}-indeksit olivat pääosin 140–240 µm. Keväällä 2008 BDI_{600–900}-arvot olivat Polyroad-alueella suurimmillaan 160–200 µm, mutta muuten ne olivat pääosin 80–140 µm eli kaksinkertaiset kesällä mitattuihin arvoihin nähden. Keväällä 2006 ja 2007 mitatuissa arvoissa ei ollut eroa kesällä mitattuihin arvoihin.

Kuvien 2.3.7–2.3.9 perusteella kevään 2008 mittaushetkellä tierakenteen kantavuus on ollut selkeästi heikompi muihin keväisiin mittausajankohtiin verrattaessa.



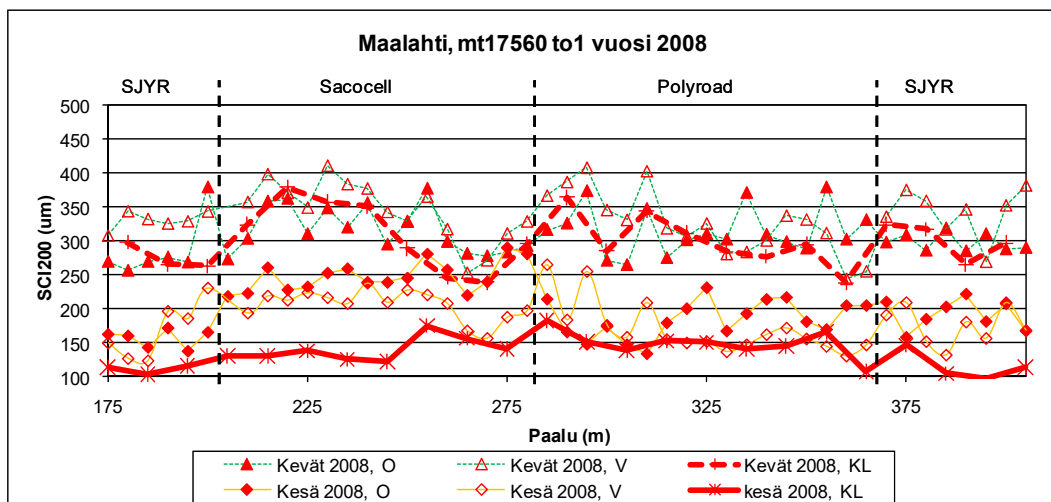
Kuva 2.3.8. Tien 17560 to1 molemmilta kaistoilta keväällä mitatuista PPL-mittauksista määritetyt BDI_{300–450}-arvot. Täytetyt merkit edustavat oikealta ja avonaiset merkit vasemmalta kaistalta tehtyjä mittauksia.



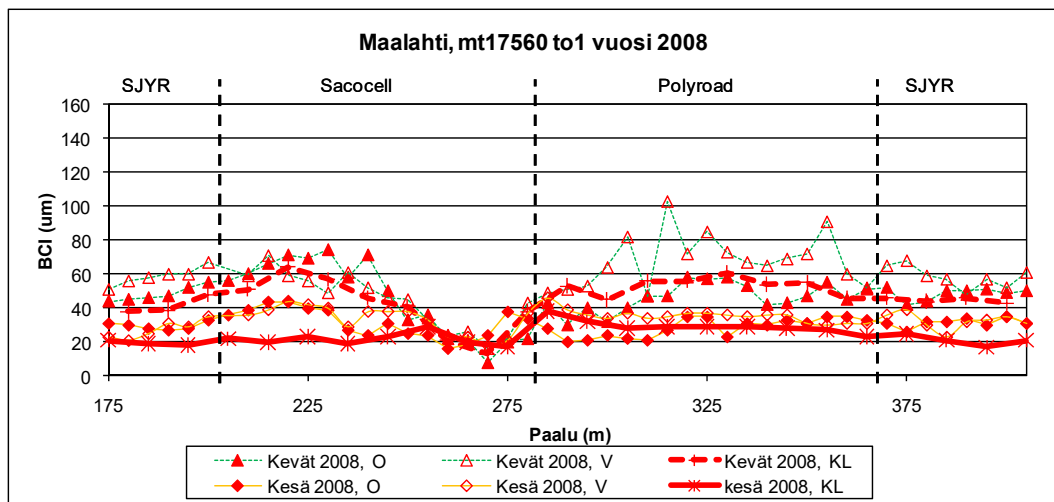
Kuva 2.3.9. Tien 17560 to1 molemmilta kaistoilta keväällä mitatuista PPL-mittauksista määritetyt BDI600–900-arvot. Täytetyt merkit edustavat oikealta ja avonaiset merkit vasemmalta kaistalta tehtyjä mittauksia.

2.3.4 Keskilinjalta vuosina 2008, 2010 ja 2012 määritettyjen indeksien tarkastelu

PPL-mittauksia tehtiin keskilinjalta 17.4.2008, 1.10.2008, 9.9.2010 ja 11.10.2012. Tosin 2010 ja 2012 keskilinjalta oli vain kuusi mittauspistettä. Kuvissa 2.3.10 ja 2.3.11 on esitetty SCI200- ja BCI-indeksit vuoden 2008 keväältä ja kesältä jaettuna oikeaan (O) ja vasempaan (V) kaistaan sekä keskilinjaan (KL). SCI200-indekseistä havaitaan Sacocell-alueen keskilinjalta kesällä mitattujen taipumien olevan selkeästi pienemmät kuin kaistoilta mitattujen arvojen. Keväällä 2008 tehdyssä mittauksessa keskilinjan SCI200-indeksit olivat samaa suuruusluokkaa kuin oikealla ja vasemmalla kaistalla. Samankaltainen käyttäytyminen on havaittavissa myös pohjamaan taipumaa kuvaavista BCI-indekseistä vaikkakin Polyroad-alueelta vasemmalta kaistalta keväällä mitatut arvot ovat jonkin verran suurempia kuin oikealla kaistalla tai keskilinjalla mitatut arvot.

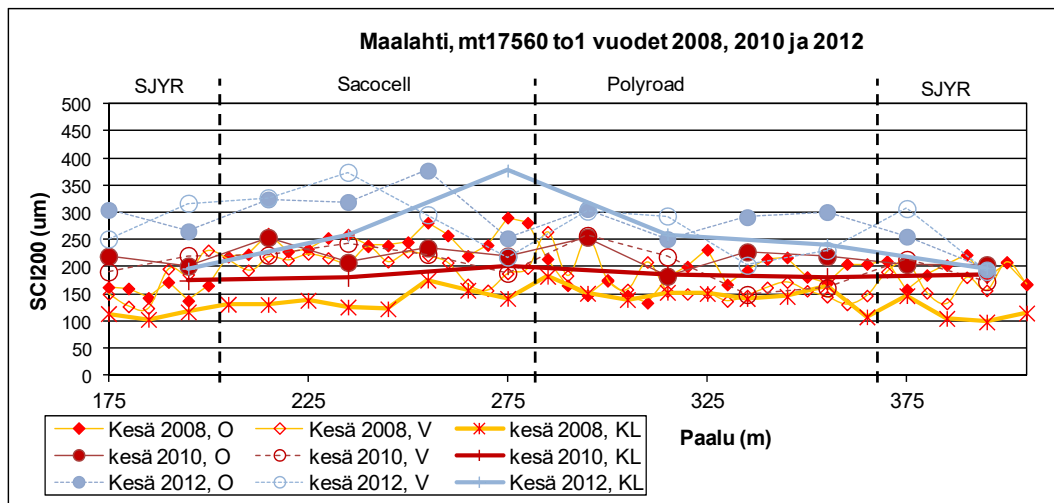


Kuva 2.3.10. Tien 17560 to1 oikealta (O) ja vasemmalta (V) kaistalta sekä keskilinjalta (KL) keväällä ja kesällä 2008 mitatuista PPL-mittauksista määritetyt SCI200-indeksit.

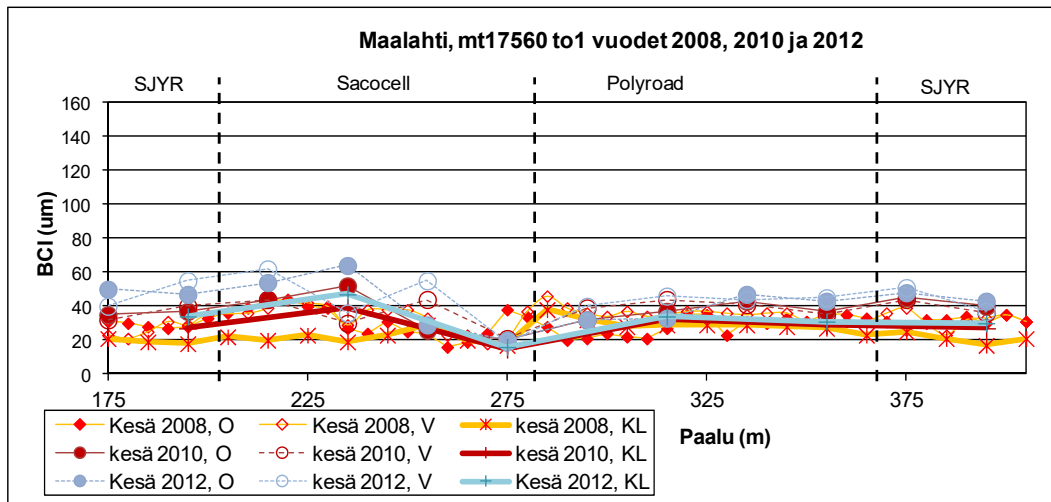


Kuva 2.3.11. Tien 17560 to1 oikealta (O) ja vasemmalta (V) kaistalta sekä keskilinjalta (KL) keväällä ja kesällä 2008 mitatuista PPL-mittauksista määritetyt BCI-indeksit.

Kuvissa 2.3.12 ja 2.3.13 on esitetty syys- tai lokakuussa 2008, 2010 ja 2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt SCI200- ja BCI-indeksit. Vuosina 2010 ja 2012 keskilinjalta tehtiin vain kuusi mittausta. Keskilinjalta mitatut taipumat olivat pääosin pienempiä kuin kaistoilta mitatut taipumat. Keskilinjalla SCI200-indeksit olivat kasvaneet selkeästi vuosittain. BCI-indeksit olivat pysyneet samoina välillä pl250–pl370, mutta välillä pl175–pl235 arvot ovat vuosittain kasvaneet.



Kuva 2.3.12. Tien 17560 to1 oikealta (O) ja vasemmalta (V) kaistalta sekä keskilinjalta (KL) syys- tai lokakuussa 2008, 2010 ja 2012 mitatuista PPL-mittauksista määritetyt SCI200-indeksit.



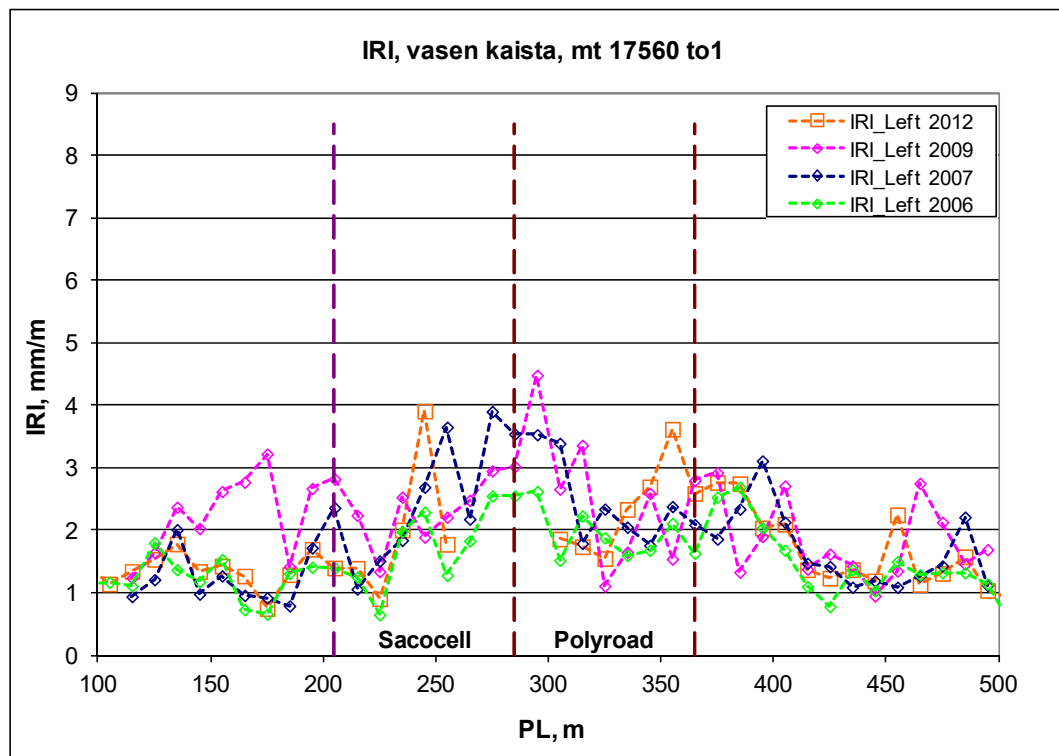
Kuva 2.3.13. Tien 17560 to1 oikealta (O) ja vasemmalta (V) kaistalta sekä keskilinjalta (KL) kesällä 2008, 2010 ja 2012 mitatuista PPL-mittauksista määritetyt BCI-indeksit.

2.4 PTM-mittaukset

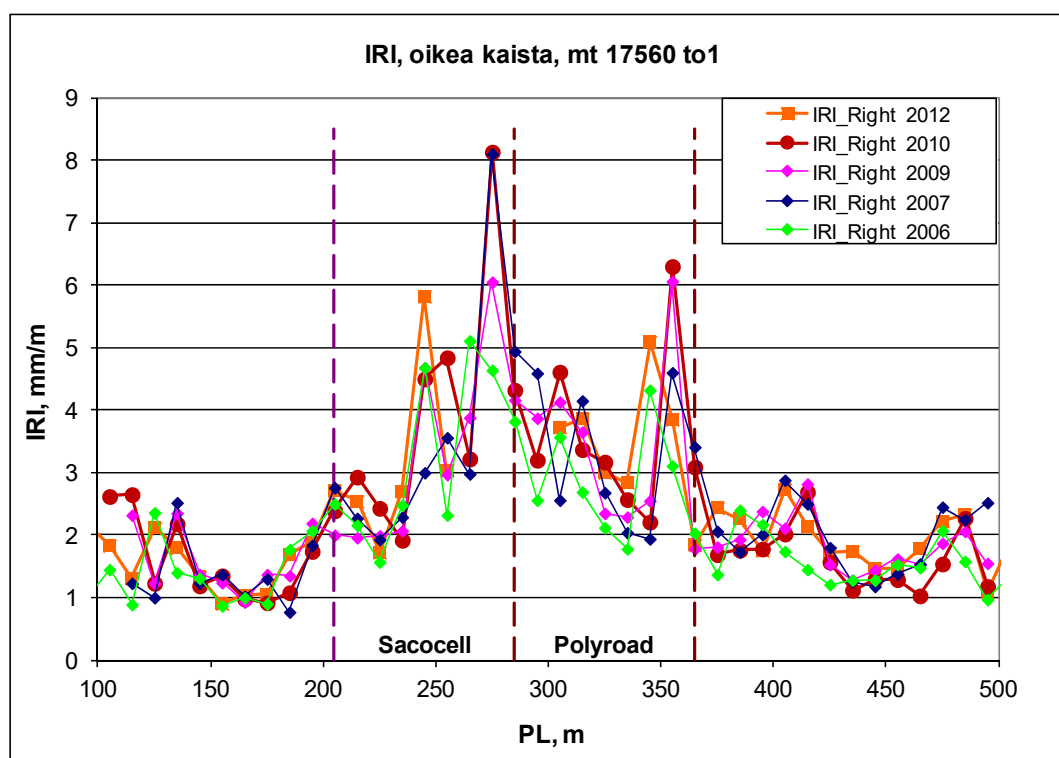
Maalahden koekohteella mt17560 to1 välillä pl 100–500 tehtiin PTM-mittaukset 3.7.2006, 26.4.2007, 28.10.2009, syyskuussa 2010 ja 15.8.2012. Vuoden 2007 mittaus on tehty keväällä roudan vielä sulaessa, joten vuoden 2007 PTM-mittauksiksi on suhtauduttava pienellä varauksella. Vuoden 2010 mittaus tehtiin tiedonkuluongelmien vuoksi vain oikealta kaistalta ajaen. Vuoden 2012 mittauksesta ei ole 10 m dataa väliltä pl 260–300, joka on koekohteen keskellä käsittelyaineiden vaihtumiskohdassa. Datan puuttuminen on saattanut johtua esim. esteestä tai liasta tiellä tai ohituksesta tai muusta vastaavasta syystä. Mittauks tulokset on määritetty 10 m välein.

Kuvissa 2.4.1 ja 2.4.2 on esitetty mitatut IRI-arvot kaistoittain. Vasemmalla kaistalla IRI-arvot ovat hieman kasvaneet ensimmäisestä mittaukskerrasta sekä käsitellyllä että käsittelemättömällä alueella. IRI-arvot ovat kuitenkin hieman suurempia käsitellyllä alueella ollen pääsääntöisesti 2–4 mm/m, jolloin vasemman kaistan tien kuntoluokka olisi hyvän ja tyydyttävän välillä. Suurimmat IRI-arvot on mitattu 30 metrin matkalta kohdassa, jossa käsittelyaine vaihtuu toiseksi. Tästä kohdasta ei ole vuoden 2012 mittauksessa dataa. Varsinaisen koealueen lähellä tien kuntoluokka on ollut hyvä.

Oikealla kaistalla IRI-arvot eivät ole juurikaan muuttuneet ensimmäisestä mittaukskerrasta. Oikealla kaistalla on kuitenkin selkeästi suurimmat IRI-arvot käsitellyllä alueella kohdassa pl 260–290, jossa betonirumpu alittaa tien ja käsittelyaine vaihtuu toiseksi sekä kohdassa pl 360–370, jossa käsittelyaineosuus muuttuu sekoitusjyristyksi alueeksi. Oikean kaistan sekoitusjyristyillä alueella IRI-arvot ovat olleet 1–3 mm/m. Sacocellillä käsitellyllä alueella IRI-arvot kasvavat arvosta 2,5 mm/m arvoon 6 mm/m paaluluvun kasvaessa. Suurin yksittäinen kohta on kuitenkin 8 mm/m. Polyroadilla käsitellyllä alueella IRI-arvot vaihtelevat 2,5–6 mm/m välillä. Oikealla kaistalla tien kuntoluokka vaihtelisi paikallisesti hyvästä erittäin huonoon käsittelyaineella käsitellyllä alueella.

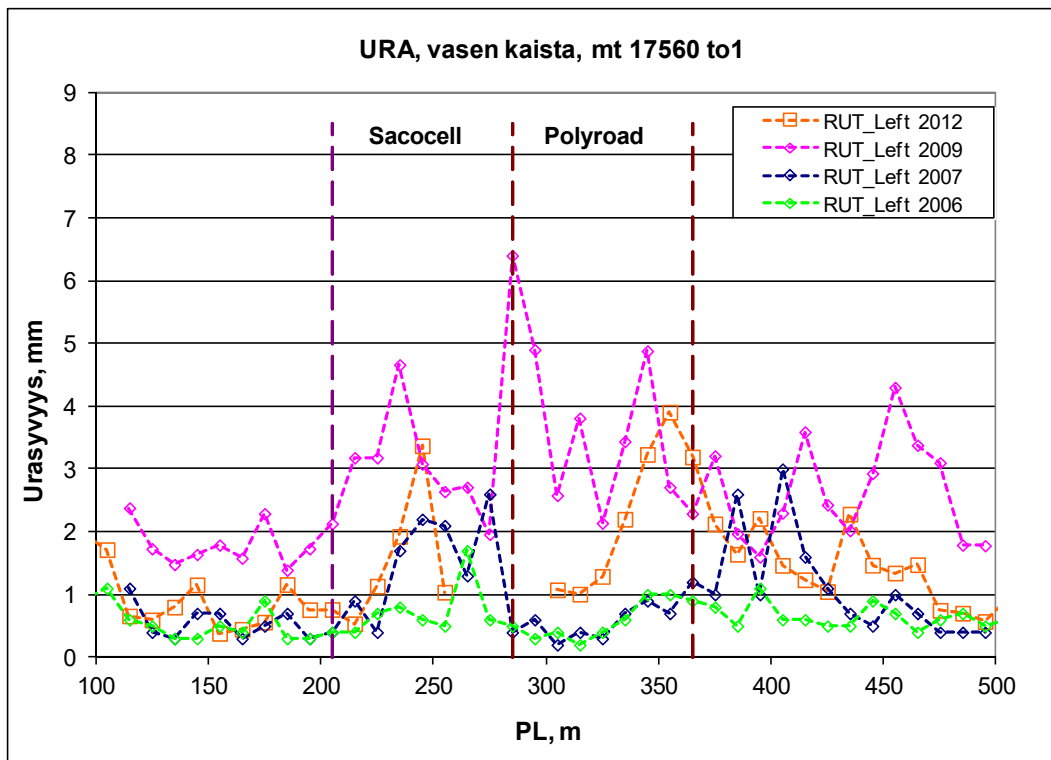


Kuva 2.4.1. Tien 17560 to1 vasemmalta kaistalta mitatut IRI-arvot 2006,2007, 2009 ja 2012.

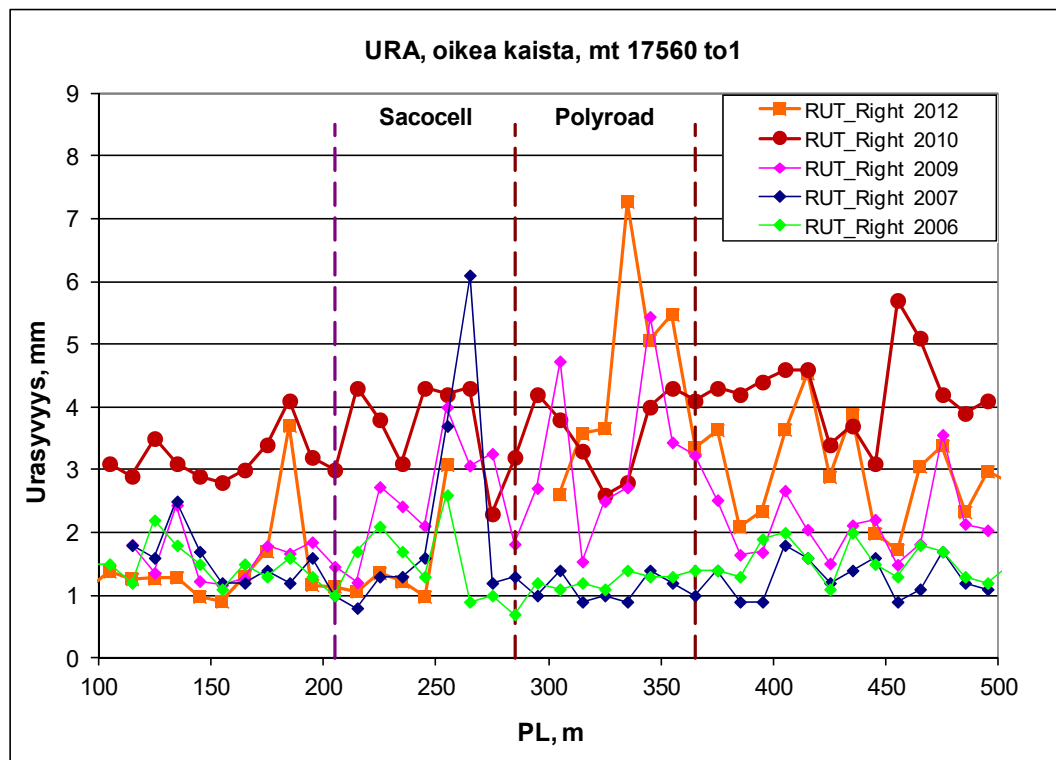


Kuva 2.4.2. Tien 17560 to1 oikealta kaistalta mitatut IRI-arvot 2006, 2007, 2009, 2010 ja 2012.

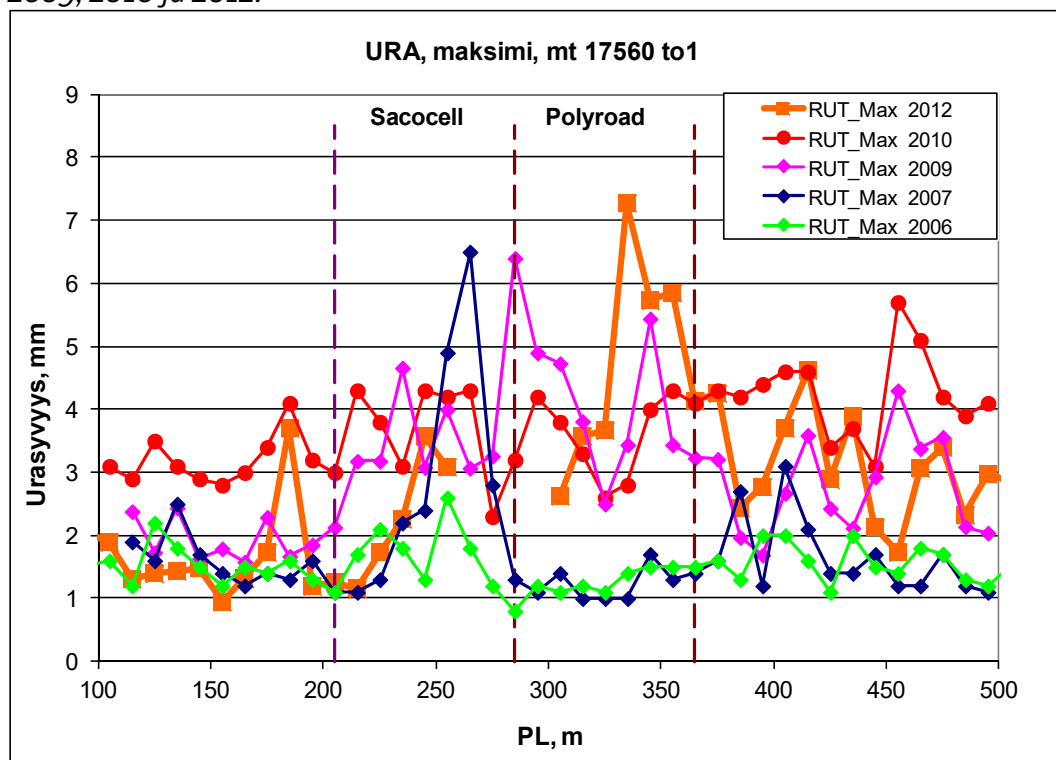
Kuvissa 2.4.3 ja 2.4.4 on esitetty mitatut urasyvytydet vasemmalta ja oikealta kaistalta. Vasemmalla kaistalla urasyvytydet olivat vuonna 2009 suuremmat kuin muina vuosina. Oikealla kaistalla urasyvyys kasvoi eniten vuosina 2009 ja 2010. Vuoden 2010 mittauksesta havaitaan urasyvytyden olevan mittausalueella suhteellisen tasaisesti 3–4,5 mm, kun vuosina 2006 ja 2007 urasyvyys oli 1–2 mm. Vuoden 2012 mittauksessa urasyvytydet vaihtelivat pääasiallisesti näiden välissä ollen pääsääntöisesti pienempi kuin edellisellä mittauksella. Vuonna 2012 mitattu yksittäinen suurin urasyvyys oli oikealla kaistalla kohdassa pl 335. Kuvassa 2.4.5 on esitetty vuosilta 2006, 2007, 2009 ja 2012 kaistojen suurimmat sekä vuodelta 2010 oikean kaistan urasyvytydet, joiden perusteella käsittely-aineella käsitellyllä alueella urasyvyys on kasvanut enemmän kuin sekoitusjyrsityllä alueella. Vuoden 2010 mittauksen perusteella urasyvytydet olisivat kuitenkin saman suuruisia käsitellyllä ja käsittelemättömällä alueella. Tosin on huomattava, että vuonna 2009 suurimmat yksittäiset urasyvytydet mitattiin vasemmalta kaistalta, josta ei ole mittausdataa vuodelta 2010. Näiden vuosien 2009 ja 2010 mittauksen jälkeen suurin urasyvyys ei ole kasvanut kuin välillä pl 335–355. Kuvasta 2.4.5 havaitaan käsitellyllä alueella urasyvytyksien olleen viimeisinä vuosina pääosin 3–5 mm välillä ja käsittelemättömällä alueella ennen käsiteltyä aluetta 1–3 mm ja käsitellyn alueen jälkeen 2–4,5 mm eli lähes samaa suuruusluokkaa kuin käsitellyllä alueella. Urien raja-arvojen perusteella kuntoluokka on ollut erittäin hyvä yksittäistä pistettä lukuun ottamatta.



Kuva 2.4.3. Tien 17560 to1 vasemmalta kaistalta mitatut urasyvytydet 2006, 2007, 2009 ja 2012.



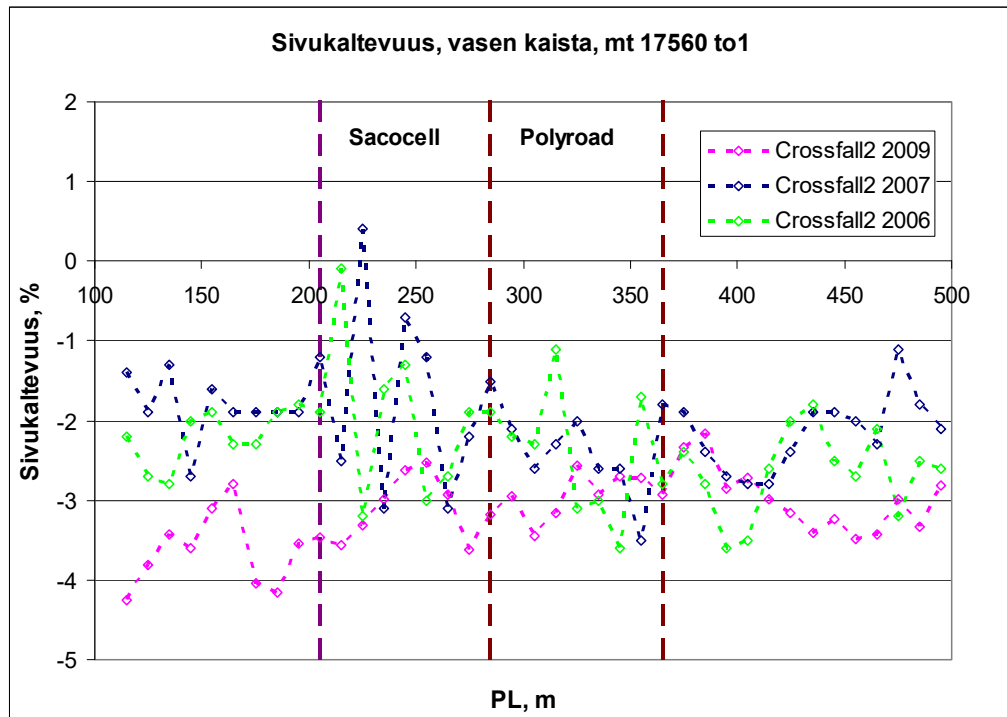
Kuva 2.4.4. Tien 17560 to1 oikealta kaistalta mitatut urasyvyudet 2006, 2007, 2009, 2010 ja 2012.



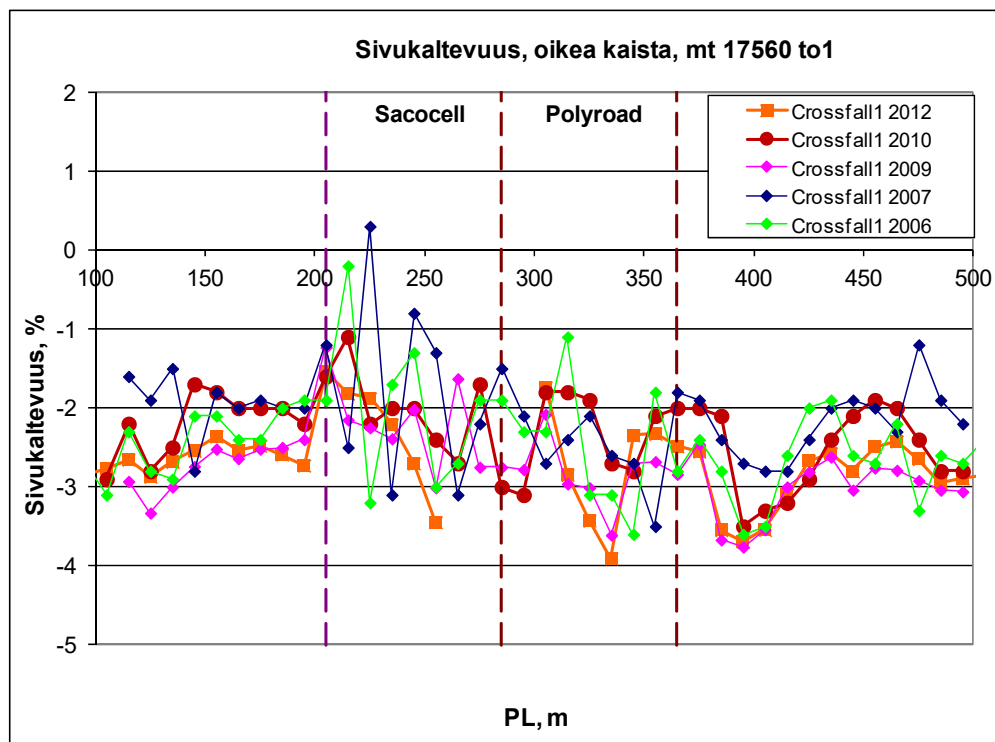
Kuva 2.4.5. Tien 17560 to1 suurimmat mitatut urasyvyudet vuosilta 2006, 2007, 2009 ja 2012 sekä oikean kaistan urasyvyys vuodelta 2010.

Kuvissa 2.4.6 ja 2.4.7 on esitetty mitatut sivukaltevuudet. Vuosien 2006 ja 2007 mittauksissa sivukaltevuus oli pääosin 1–3 %. Oikealla kaistalla sivukaltevuus ei ole merkittävästi muuttunut vuosien kuluessa ja vuosina 2010 ja 2012 oikean kaistan sivukaltevuus on ollut pääosin 2–3,5 %. Vasemman kaistan sivukaltevuus oli vuonna 2009 aiemmista mittauksista poiketen 2,5–4 % suurimpien sivukaltevuuksien ollessa sekoitusjyristyllä

alueella pl 100–200. Sivukaltevuus oli koekohteella ensimmäisinä vuosina suositeltavaa pienempi ja välillä pl 210–220 sivukaltevuus oli ollut lähes olematon. Vuosien 2009–2012 mittauksen perusteella sivukaltevuus on ollut pääosin 2–4 % vuoden 2012 oikean kaistan keskiarvon ollessa 2,7 %. Sivukaltevuuden suositeltu taso on 3,0 % (taulukko 1.3.3), joten sivukaltevuus olisi voinut olla hieman jyrkempi.

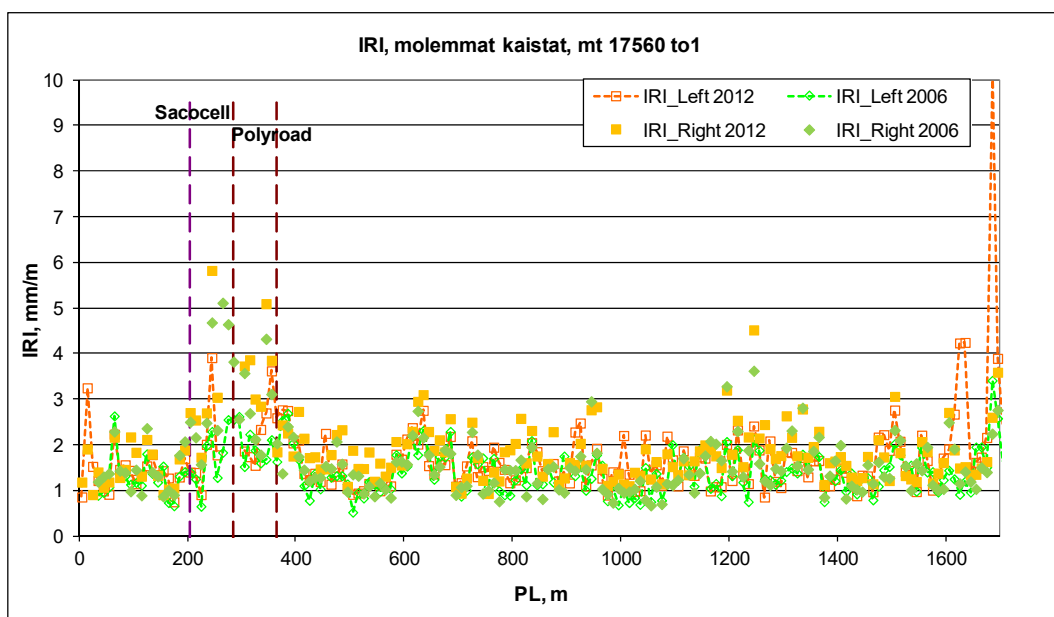


Kuva 2.4.6. Tien 17560 to1 vasemmalta kaistalta mitatut sivukaltevuudet 2006, 2007 ja 2009.

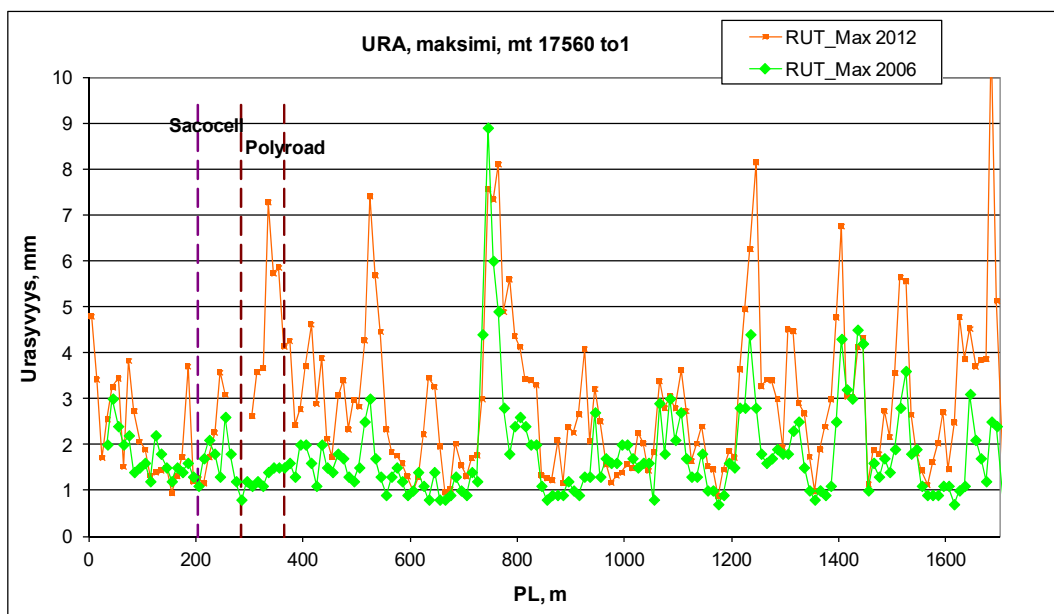


Kuva 2.4.7. Tien 17560 to1 oikealta kaistalta mitatut sivukaltevuudet 2006, 2007, 2009, 2010 ja 2012.

Vuosilta 2006 ja 2012 PTM-mittausdataa oli koko tien pituudelta. Kuvassa 2.4.8 on esitetty IRI-arvot koko tien pituudelta. Kuvasta nähdään IRI-arvojen pysyneen teillä pääsääntöisesti 1–2,5 mm/m välillä. Muutamissa kohdissa on kuitenkin mitattu selkeästi suurempia IRI-arvoja ja yksi näistä kohdista on käsittelyaineilla käsitelty alue. Kuvan perusteella IRI-arvot ovat kasvaneet enintään 1 mm/m kuudessa vuodessa. Kuvassa 2.4.9 on esitetty vastaavasti koko tien pituudelta suurimmat urasyvyydet. Vuonna 2006 suurimmat urasyvyydet olivat pääsääntöisesti 1–3 mm ja vuonna 2012 1–4 mm. Suurimmat urasyvyydet ovat kasvaneet eniten välillä pl 240–560. Näiden vuosien 2006 ja 2012 urasyvyysien perusteella koekohde ei poikkea merkittävästi tien yleisestä urasyvyysien muuttumisen vaihtelusta.



Kuva 2.4.8. Tien 17560 to1 molemmilta kaistoilta mitatut IRI-arvot vuosina 2006 ja 2012.



Kuva 2.4.9. Tien 17560 to1 molemmilta kaistoilta mitatut suurimmat urasyvyydet vuosina 2006 ja 2012. Maksimiurasyvyydet ovat pääosin vasemmalta kaistalta, paitsi välillä pl 330–750.

2.5 Silmämääräiset tarkastukset

2.5.1 Vuosi 2009

Tien 17560 pl 200–400 kunto tarkastettiin silmämääräisesti 3.12.2009. Kuvassa 2.5.1 on esitetty yleisnäkymää koealueesta. Koekohdealueella ojissa ei ollut juurikaan vettä. Koekohteen ulkopuolinen alue näytti olevan pääosin kunnossa, mutta tien keskilinjalla oli paikoitellen lieviä alkavan kulumisen tai painumisen merkkejä.



Kuva 2.5.1. Yleiskuva koekohdealueesta 3.12.2009 Polyroad-alueen puolesta välistä tien alkua kohden.

Varsinaisesti tarkasteltavalta väliltä pl 200–400 tehtiin seuraavia havaintoja (väli pl 205–285 on Sacocell KN10/35 ja väli pl 285–368 on Polyroad PR21L):

- Pl 239 keskilinjalla pieni kuoppa tien
- Pl 248 keskilinjalla tien pinta hieman ”lommahtanut”
- Pl 252–253 keskilinjalla paikattuja reikiä (kuva 2.5.2)
- Pl 262 ja 285 poikkihalkeamat tien ali menevän rummun molemmilla puolilla
- Pl 265–275 keskilinjalla alkavan urautumisen ja verkkohalkeaman merkkejä, joka johtunee tien keskilinjalle osuvasta kaksinkertaisesta kulutuksesta (kuva 2.5.2)
- Pl 288 vasemman kaistan ulkoreunalla on noin 1 m pituinen matala painauma (kuva 2.5.3)
- Pl 289–300 alkavan kulumisen tai urautumisen merkkejä
- Pl 298 oikean kaistan ulkouralla halkaisijaltaan noin 0,3 m pitkä painauma ja vasemman kaistan ulkouralla hieman leveämpi lievä painauma
- Pl 317 vasemman kaistan ulkouralla noin 2 m pituinen ura/halkeama
- Pl 347 keskilinjalla painauma tai alkavaa kulumista/urautumista, joka häviää kaventuksen hitaasti paalulle 376 mennessä.
- Pl 376 keskilinjalla eteenpäin lievää kulumista/urautumista

Tien keskilinjalla kuluminen johtuneen kaksinkertaisesta pyöräkuormasta autojen vasemman puolen pyörien kulkiessa hyvin suurella todennäköisyydellä siitä kumpaankin suuntaan ajettaessa. Tien pinnan kunto on pääosin hyvä. Vauriot näyttävät alkavan samoista kohdista, joissa oli pahimmat vauriot ennen tien parantamista.



Kuva 2.5.2. Mt 17560 noin pl 270 tien alkua kohden, jossa on havaittavissa pahimmat vauriot.



Kuva 2.5.3. Pl 288 vasemman kaistan ulkoreunalla noin 1 metrin pituinen matala painauma.

2.5.2 Vuosi 2010

Tien 17560 pl 200–400 kunto tarkastettiin silmämääräisesti 15.11.2010. Sää oli sumuinen ja kostea. Koekohteella tien pinta oli ajourien kohdalta näkyvissä ja niiden välissä loskan ja paikoin ohuen jään peitossa (kuva 2.5.4). Tien vaurioita tarkasteltiin lähinnä ajourista. Kuva 2.5.4 havainnollistaa myös selkeästi kolmen ajouran muodostumisen. Ajourilla päällysteen kivet erottuivat selvemmin päällysteestä kuin muualla eli ajourissa bitumi oli kulunut enemmän tien pinnasta. Tien viereisissä ojissa ei havaittu virtaavaa vettä ojien pohjien ollessa ohuesti lumen peitossa. Pellolta tulevassa ojassa vesi virtasi hitaasti tien ali menevän rummun läpi.

Tien 17560 kunnon välillä pl 200–400 arvioitiin säilyneen samankaltaisena edellisen vuoteen nähden. Varsinaisesti tarkasteltavalta alueelta pl 200–400 tehtiin seuraavia havaintoja (väli pl 205–285 on Sacocell KN10/35 ja väli pl 285–368 on Polyroad PR21L):

- Pl 235 keskilinjalla hieman pinnan epätasaisuutta (kuva 2.5.4)
- Pl 259–266 keskilinjalla pinnan epätasaisuutta
- kohdissa pl 261 ja 286 havaitut hyvin pienet poikkihalkeamat johtunevat rummun siirtymärakenteesta



Kuva 2.5.4. Epätasaisuutta keskilinjalla tien 17560 kohdassa pl 260 ja kolmen ajouran muodostuminen koekohteella.

2.5.3 Vuosi 2011

Tien 17560 pl 200–400 kunto tarkastettiin silmämääräisesti 2.11.2011. Sää oli pilvinen ja kuiva. Ojat olivat kuivahkoja. Tien 17560 kunnon välillä pl 200–400 arvioitiin heikentyneen edellisiin vuosiin nähden. Varsinaisesti tarkasteltavan alueen ulkopuolella välillä pl 175–193 oli sekä oikealla että vasemmalla kaistalla pituushalkeama. Lisäksi keskilinjalla välillä pl 415–422 oli alkavaa pituushalkeamaa ja vasemmalla kaistalla pieni reunahalkeama välillä pl 406–411.

Varsinaisesti tarkasteltavalla väliltä pl 200–400 tehtiin seuraavia havaintoja (väli pl 205–285 on Sacocell KN10/35 ja väli pl 285–368 on Polyroad PR21L):

- Pl 211–275 keskilinjalla kapeasti ohutta verkkohalkeilua
- Pl 235 keskilinjalla kaksi pientä osin paikattua kuoppaa
- Pl 250 keskilinjalla osin paikattuja kuoppia
- Pl 250–266 keskilinjalla jono kuoppia, joista suurin kuoppa pinta-alaltaan noin 60*30 cm² (kuva 2.5.5)
- Pl 260 ja pl 282 poikkihalkeamat tien ali menevän rummun molemmilla puolilla
- Pl 281–292 vasemman kaistan ajouralla verkkohalkeilua pahimman kohdan ollessa pl 288
- Pl 285–300 keskilinjalla ja oikealla kaistalla lievää verkkohalkeilua
- Pl 299–301 vasemman kaistan ajouralla pientä verkkohalkeilua
- Pl 317 vasemman kaistan ulkoreunalla noin 2 m pituinen ura/halkeama
- Pl 319–321 vasemmalla kaistalla paikattu kohta, joka on saattanut olla lyhyt pitiushalkeama
- Pl 323–328 oikean kaistan reunassa halkeama
- Pl 323–338 oikealla kaistalla alkavaa verkkohalkeamaa
- Pl 347–357 keskilinja painunut/kulunut sekä lisäksi ohutta verkkohalkeamaa
- Pl 365–422 oikealla kaistalla leveähköä reunahalkeamaa (kuva 2.5.6)
- Pl 376 -> keskilinjalla lievää kulumista/urautumista
- Pl 380–390 alkavaa pituus/verkkohalkeamaa



Kuva 2.5.5. Mt 17560 noin pl 250 tien loppua kohden, jossa on havaittavissa pahimmat vauriot 2.11.2011.



Kuva 2.5.6. Mt 17560 oikean kaistan leveähköä reunahalkeamaa, jossa kasvaa ruohoa välillä pl 365–422. Kuva otettu 2.11.2011.

2.5.4 Vuosi 2012

Tien 17560 kunto väliltä pl 170–430 tarkastettiin silmämääräisesti 3.5.2012. Sää oli pilvinen ja kuivahko. Ojat olivat kuivia. Pahimmat kuopat koealueella oli paikattu keväällä (pl 254–275). Keskilinjaa ja molempien kaistojen ajourien kohdalla vauriot ovat lisääntyneet selkeästi syksystä 2011. Koealueen ulkopuolella välillä pl 175–190 oli sekä oikealla että vasemmalla kaistalla pituushalkeamia ja lisäksi keskilinjalla välillä pl 415–422 oli alkavaa pituushalkeamaa ja vasemmalla kaistalla ohuita pituushalkeamia välillä pl 410–425.

Varsinaisesti tarkasteltavalta alueelta tehtiin seuraavia havaintoja (väli pl 205–285 on Sacocell KN10/35 ja väli pl 285–368 on Polyroad PR21L):

- Pl 208–215 vasemmalla kaistalla ohuita pituushalkeamia
- Pl 210–275 keskilinjalla noin metrin levyistä verkkohalkeilua. Pahimmat kohdat välillä olivat välillä pl 250–275
- Pl 225–250 oikealla kaistalla urautumista ja ohutta pituushalkeilua
- Pl 230 keskilinjalla paikattuja kuoppia
- Pl 230–260 vasemmalla kaistalla ohuita pituushalkeamia
- Pl 250–275 keskilinjalla jono paikattuja kuoppia (kuva 2.5.7)
- Pl 267 ja 284 poikkihalkeamat tien ali menevän rummun molemmilla puolilla
- Pl 270–272 oikealla kaistalla halkeamia ja ”kuluneisuutta”
- Pl 282–290 vasemmalla kaistan ajouralla verkkohalkeilua pahimman kohdan ollessa pl 288
- Pl 292–307 keskilinjalla ja oikealla kaistalla verkkohalkeilua (kuva 2.5.8)
- Pl 294–307 vasemmalla kaistan ajouralla verkkohalkeilua pahimman kohdan ollessa pl 296
- Pl 299–301 vasemman kaistan ajouralla pientä verkkohalkeilua

- Pl 316–321 oikealla kaistalla alkavaa verkkohalkeamaa
- Pl 318–320 vasemman kaistan ajouralla paikattu halkeama
- Pl 319–321 vasemmalla kaistalla paikattu kohta, joka on saattanut olla lyhyt pituushalkeama
- Pl 325–340 oikean kaistan reunassa pituushalkeamia
- Pl 331–333 ja pl 340–348 vasemmalla kaistalla pituushalkeamia
- Pl 340–370 oikealla kaistalla verkkohalkeilua (ei jatkuva)
- Pl 350–370 keskilinjalla verkkohalkeamaa ja painuma kohdalla pl 357
- Pl 373–396 oikealla kaistalla pituushalkeilua
- Pl 376 -> keskilinjalla lievää kulumista/urautumista
- Pl 372–380 verkkohalkeilua
- Pl 380–392 vasemmalla kaistalla ohuita pituushalkeamia
- Pl 396–422 oikealla kaistalla reunalhalkeama ja epäyhtenäisiä pituushalkeamia



Kuva 2.5.7. Mt 17560 noin pl 225 tien loppua kohden, jossa on havaittavissa pahimmat vauriot. Kuva 3.5.2012.



Kuva 2.5.8. Mt 17560 pl 290–310 oikean kaistan ja keskilinjän verkkohalkeilua. Kuva 3.5.2012.

Koekohteella käytiin vielä syksyllä 12.10.2012 sään ollessa pilvinen ja kostea. Kesän aikana merkittäviä lisävaurioita ei ollut syntynyt. Päälysteen purkautuminen oli hieman edennyt keskilinjalla. Lisäksi kasveista on muodostunut tien reunoille ja reunahalkeamiin reunapalletta, joka estää paikoitellen veden virtaamista tien pinnalta ojaan.

2.5.5 Vuosi 2013

Tien 17560 pl 200–400 kunto tarkastettiin silmämääräisesti 13.5.2013. Kevään ja syksyn 2012 tilanteeseen verrattuna vauriot olivat lisääntyneet. Kuvassa 2.5.9 on esitetty tien pahiten vaurioitunut kohta, joka sijaitsee tien keskilinjalla paaluvälillä 230–295. Kuvassa 2.5.10 on vasemman kaistan ajouralla verkkohalkeamaa ja painuma, joka on selkein vauriolisäys edelliseen vuoteen nähden. Lisäksi koealueen ulkopuolella oikean kaistan asfaltin reuna-alueella oli leveähkö pitkä pituushalkeama.



Kuva 2.5.9. Mt 17560 koekohteen pahiten vaurioitunutta kohtaa tien keskilinjalla ja poikkihalkeama koekohteen keskellä 13.5.2013.



Kuva 2.5.10. Mt 17560 Vasemman kaistan ajouran vaurioita koekohteen keskellä 13.5.2013.

Koekohteella käytiin syksyllä 30.10.2013. Koekohteen pahiten vaurioituneeseen kohtaan paaluvälille 230–295 oli kesän aikana muodostunut uusia reikiä. Muilta osin vauriot olivat pysyneet ennallaan.

2.5.6 Vuosi 2014

Vuonna 2014 tien 17560 pl 200–400 kunto tarkastettiin silmämääräisesti keväällä 16.4. ja syksyllä 15.10.2014. Sekä keväällä että syksyllä koekohteen vauriot olivat lisääntyneet verrattuna edelliseen käyntiin. Pahiten vaurioitunut kohta oli tien keskilinjalla paaluvälillä 230–295 (kuva 2.5.11). Koekohteen Sacocell KN10/35 alueen kohdalle tien oikealle puolelle oli rakentumassa omakotitalo. Kuvassa 2.5.12 on esitetty yksityiskohta vasemman kaistan ajouralle pituushalkeamana alkaneesta vauriosta, josta päällyste purkautuu. Kuvan päällystämättömässä kohdassa pinnassa oli silmämääräisesti arvioiden hienoa hiekkaa. Koekohteen ulkopuolella vauriot eivät olleet juuri lisääntyneet edellisvuoteen verrattuna.



Kuva 2.5.11. Mt17560 koekohteen pahiten vaurioitunut kohta 15.10.2014.



Kuva 2.5.12. Mt 17560 yksityiskohtia halkeamasta 15.10.2014.

2.5.7. Vuosi 2015

Tien 17560 kunto tarkastettiin väliltä pl 200–500 silmämääräisesti 28.4.2015. Käynnillä kirjattiin ylös seuraavat silmämääräiset havainnot:

- Pl 218–236 oikealla kaistalla urassa pituushalkeama
- Pl 221 keskilinjalla alkavaa pituushalkeilua
- Pl 221–238 vasemmalla kaistalla paikoitellen ohutta pituushalkeilua
- Pl 230 keskilinjan paikkaukset alkavat

- Pl 236–244 keskilinjalla leveämpi paikkaus
- Pl 236–246 keskilinjalla ja oikean kaistan urassa verkkohalkeilua ja pieniä reikiä
- Pl 238–246 vasemmalla kaistalla pääosin verkkohalkeilua
- Pl 246–272 vasemmalla kaistalla pääosin pituushalkeilua
- Pl 250–278 keskilinjalla paikkauksia (tien pahiten vaurioitunut alue, kuva 2.5.13)
- Pl 250–278 oikealla kaistalla urassa verkkohalkeilua
- Pl 264 ja pl 288 tien yli poikkihalkeama (näiden välissä iso betonirumpu)
- Pl 284–294 vasemmalla kaistalla verkkohalkeilua (osittain paikattu)
- Pl 291–311 keskilinjalla ja oikealla uralla päällyste purkautuu
- Pl 302–311 vasemmalla kaistalla verkkohalkeilua ja paikattu pitkittäishalkeama ulkoreunassa
- Pl 319–326 vasemmalla kaistalla verkkohalkeilua ja kaksi paikattua reikää (kuvan 2.5.14 keskellä)
- Pl 321–401 oikealla kaistalla urassa verkkohalkeilua
- Pl 335–364 oikealla kaistalla pituushalkeama tien reunassa.
- Pl 334–394 vasemmalla kaistalla pituushalkeama sekä paikoitellen alkavaa verkkohalkeilua
- Pl 366–386 keskilinjalla päällyste purkautuu, pahin kohta pl 368–380. Paikattu reikä kohdassa pl 386
- Pl 366–396 keskilinjalla alkavaa verkkohalkeilua
- Pl 396–427 oikealla kaistalla pituushalkeama ja urassa paikoitellen alkavaa verkkohalkeilua
- Pl 396–431 tien oikeassa reunassa pituushalkeama
- Pl 396–412 vasemmalla kaistalla verkkohalkeilua
- Pl 413–469 vasemmalla kaistalla pituushalkeama
- Pl 436–456 tien oikeassa reunassa pituushalkeama
- Pl 449–493 vasemmalla kaistalla pituushalkeama / alkava verkkohalkeama
- Pl 464–475 keskilinjalla päällyste purkautuu
- Pl 475 oikealla kaistalla poikkihalkeama
- Pl 473–481 tien oikeassa reunassa pituushalkeama
- Pl 472–500 oikealla kaistalla 2 - 3 kpl pituushalkeamia

Syksyllä tien 17560 kunto tarkastettiin väliltä pl 200–500 silmämääräisesti 3.11.2015. Keli oli sadekuuron jäljiltä selkeä ja tie pääosin kuivunut, mutta varjoiset kohdat halkeamat olivat vielä kosteita. Käynnillä havaittiin seuraavat selkeät muutokset tai lisäykset keväällä 2015 havaittujen vaurioiden lisäksi (väli pl 205–285 on Sacocell KN10/35 ja väli pl 285–368 on Polyroad PR21L):

- Pl 221 keskilinjalla ensimmäiset merkit päällysteen purkautumisesta
- Pl 284–294 ja pl 302–311 vasemmalla kaistalla havaitut verkkohalkeilut ovat lähentyneet toisiaan
- Pl 366–386 keskilinjalla päällysteen purkautuminen on edennyt
- Pl 366–396 keskilinjalla keväällä havaittu alkava verkkohalkeilu on pidentynyt

Lisäksi alueella tiepenkereellä kasvavat kasvit paikoitellen estävät veden virtausta ojaan.



Kuva 2.5.13. Mt17560 koekohteen vaurioituneinta kohtaa pl 250–278 3.11.2015.



Kuva 2.5. 14 Mt17560 koekohde kuvattuna noin pl 390 tien alkua kohden 3.11.2015.

2.6 Johtopäätökset Maalahden koekohteesta

Maalahden koekohteella sekoitusjyristyllä ja käsittelyaineella käsitellyllä alueella ei ensimmäisinä vuosina havaittu merkittäviä eroavaisuuksia. Viisi vuotta rakenteen parantamisen jälkeen tien 17560 koekohteen kunto oli heikentynyt. Silmämääräisesti tarkasteltuna koekohteen alue heikkeni merkittävästi vuosina 2011 ja 2012. Silmämääräisten havaintojen perusteella koekohteen vaurioituminen on alkanut tien keskilinjalta. Keskilinjaan kohdistunut kaksinkertainen pyöräkuorma todennäköisesti kulutti keskilinjaa enemmän kuin tien kaistoja. Kulumisen seurauksena keskilinjalle oli muodostunut vuoden 2009 loppuun mennessä paikallisesti verkkohalkeilua ja yksittäisiä reikiä, joita oli paikattu. Keskilinjan vauriota muodostui seuraavina vuosina lisää. Kaistoille merkittäviä vauriota muodostui myöhemmin kuin keskilinjalle. Kaistoille ei ollut muodostunut juurikaan purkauksia vuoden 2015 loppuun mennessä vaan vauriot olivat pääosin verkkohalkeilua.

PPL-mittausten perusteella Maalahden koekohteella tien kantavuus vaihteli vuosina 2006–2010 riittävän ja puutteellisen alueella. Vuoden 2012 PPL-mittauksessa SCI200- ja BCI-indeksit olivat noin 1,5 kertaa suuremmat verrattuna aiemmin mitattuihin arvoihin. Vuonna 2012 mitattujen indeksien perusteella tien kantavuus oli muuttunut puutteelliseksi, paikoitellen jopa huonoksi. PTM-mittausten perusteella tien urautuminen ei ollut merkittävästi edennyt, mutta käsittelyaineella käsitellyllä alueella on paikallisesti enemmän epätasaisia kohtia verrattuna koekohteen ulkopuoliseen alueeseen. Hydrofobisten koekohteiden seurantamittaukset 2011–2012 väliraportissa suositeltuja PTM-mittauksia (2–3 vuoden välein) ja PPL mittauksia ei saatu mahduttua vuosien 2013–2015 seurannan reunaehtoihin. Tämän takia jäi epäselväksi, johtuivatko vuoden 2012 PPL-mittauksista saadut aiempaa heikommat indeksit poikkeuksellisen sateisesta syksystä vai tierungon pysyvästi alentuneesta kantavuudesta.

Lähes kymmenen vuoden seurannan aikana on tehty havaintoja tien vaurioitumisesta, mutta vaurioiden syyt ovat kuitenkin jääneet osittain epäselväksi. Alla on lueteltu mahdollisesti tien vaurioitumiseen johtaneita syitä:

- Vaikka rakenteen käsittely tiikusateessa sujui ongelmitta, on se voinut nostaa käsitellyn kantavan kerroksen vesipitoisuutta ja jättää sen pehmeäksi ja vajavaisesti tiivistyneeksi.
- Ennakkokokeiden perusteella käsittelyaineet alensivat tien kantavan kerroksen vedenherkkyyttä toivotulla tavalla. Käytännön toteutuksen reunaehdot eivät kuitenkaan vielä ole kaikilta osin tiedossa ja on mahdollista, että koerakenteen rakentaminen myöhään syksyllä ja tien käsitellyn kerroksen jäätyminen mahdollisesti kosteana on vaikuttanut negatiivisesti käsittelyaineen reagoimiseen käsitellyn kantavan kerroksen kanssa ja siten kokeilun onnistumiseen.
- On mahdollista, että kantavan kerroksen materiaalilla ei ole ollut merkittävää vaikutusta tien vaurioitumiseen, koska vauriot muodostuvat samaan kohtaan kuin ennen rakenteen parantamista
- Vaurioiden liittyminen penkereen liikkumiseen roudan aikana etenkin kohdassa, jossa tien alla on iso betonirumpu.
- Sacocell-alueella murskeen pintaan on kerääntynyt hienompaa ainesta, joka lieenee osaltaan edesauttanut päällysteen purkautumista ja verkkohalkeamien syntymistä.

Koekohteen seurannan perusteella vaikuttaa, että rakenteen parantaminen ei onnistunut ennakkotoiveiden mukaisesti. Silmämääräisesti havaittavat vauriot ovat ensisijaisesti syntyneet samoihin paikkoihin kuin ennen perusparannusta. Koekohteen pahiten vaurioitunut kohta sijaitsee Sacocellillä käsitellyllä alueella, joka tosin oli jo ennen rakenteen parantamista koko tien pahiten vaurioitunut kohta. Tien päällystettä on paikattu melko runsaasti tien keskilinjalla. Ennen kohteella ja alueella tehtävää seuraavaa tien parannusta olisi erittäin mielenkiintoista ja luultavasti myös hyödyllistä selvittää tiepenkereen muodonmuutoksia vuoden aikana esimerkiksi laser-skannauksella.

Koekohteen seurannan jatkaminen olisi hyödyllistä seuraavilla tavoilla:

- PPL-mittaus, joka kolmas vuosi
- PTM-mittaus, joka kolmas vuosi.
- Tien pinnan profiilin mittaaminen laser-skannauksella ja penkereen muodonmuutosten määrittäminen vuoden eri aikoina
- Silmämääräinen tarkistus kerran vuodessa. Todennäköisesti joka toinen vuosi tehtävä silmämääräinen tarkastus olisi riittävä.

3 Rovaniemi, Jyrhämäjärvi, mt 19735 pl 2100–2365 rakennettu 2005

3.1 Yleistä

Koerakentamiskohde sijaitsi entisen Rovaniemen maalaiskunnan alueella Jyrhämäjärven paikallistiellä 19735 1/2100–1/2365 (koekohteella vastaavat paalut ovat 0–265). Koerakentaminen toteutettiin lokakuussa 2005.

Sorapintainen Jyrhämäjärven paikallistie 19735 oli kärsinyt keväisin etenkin pintakelirikosta. Tien rakennekerrokset muodostuivat noin 50–150 mm paksuisesta kulutuskerroksesta ja noin 200–400 mm paksuisista, osittain pohjamaahan sekoittuneista muista rakenteista, jotka ovat syntyneet aikojen saatossa tielle ajetusta kunnossapitomurskeesta. Koerakentamiskohde koostui 265 m pituisesta osuudesta. Ennen rakentamista tehtyjen tutkimusten perusteella pohjamaan on arvioitu olevan silttiä ja koekohteen loppuosan, johon tehtiin stabilointi Sacocell-aineella, olevan kantavuudeltaan selkeästi muuta osuutta heikompi. (Aho & Vuorimies 2005)

Soratien kulutuskerrosta ei poistettu ennen käsittelyaineen sekoittamista. Koerakentamiskohteen PolyRoad PR21L-osuuden pituus oli noin 165 m ja Sacocell KN10/35 -osuuden pituus oli noin 100 m. Koerakentamisen jälkeen tien koerakenneosuuden päällystetyyppi oli PAB-V 16/80. Tosin kohteen alkupäässä PolyRoad-osuudella oli 15 m päällystämätön osuus. Tien muilla osilla ei tehty laisinkaan korjaustoimenpiteitä, vain tien ojat kunnostettiin kauttaaltaan syksyllä 2005. (Aho & Vuorimies 2005)

Keväällä 2009 Roadscanners Oy teki erillisen kuormituskokeen koekohteella. Kuormituskokeessa käytettiin neljällä akselilla varustettua 32 tn sorakuorma-autoa, jolla koekohteen yli ajettiin yhteensä 18 kertaa (Saarenketo 2009). Testeissä käytettiin mm. maatumittauksia, tiestön videointia, lämpökamerakuvauksia, vaaituksia sekä pudotuspainolaitemittauksia. Kokeen tulokset on esitetty Tiehallinnon sisäisessä julkaisussa 41/2009 ”Jyrhämäjärven koerakenteiden kuormitustestit keväällä 2009”. Vuonna 2009 Jyrhämäjärven koekohteella ei tehty muita mittauksia.

3.2 Maatutkamittaukset

Rakentamisen jälkeen Jyrhämäjärven koekohteen päällystepaksuus oli noin 50 mm. Stabiloidun kerroksen paksuus oli tien vasemmalla ajokaistalla keskimäärin 135 mm ja tien oikealla ajokaistalla 150 mm. Sacocell KN10/35-käsittelyaineella käsitellyn osuuden loppuosassa, paaluvälillä 2310–2365, stabiloidun kerroksen paksuus näytti olevan tien kummallakin ajokaistalla muuta koerakennetta ohuempi. Lisäksi paaluvälillä 2355–2365 stabiloidun kerroksen rajapinta näytti varsin epäselvältä. (Aho & Vuorimies 2005)

Tien ali kulkee pieni rumpu paalulukeman 120–125 kohdalla. Rummun kohdalla vaikuttaisi olevan siirtymärakenne lyhyellä noin 5 m matkalla kumpaankin suuntaan.

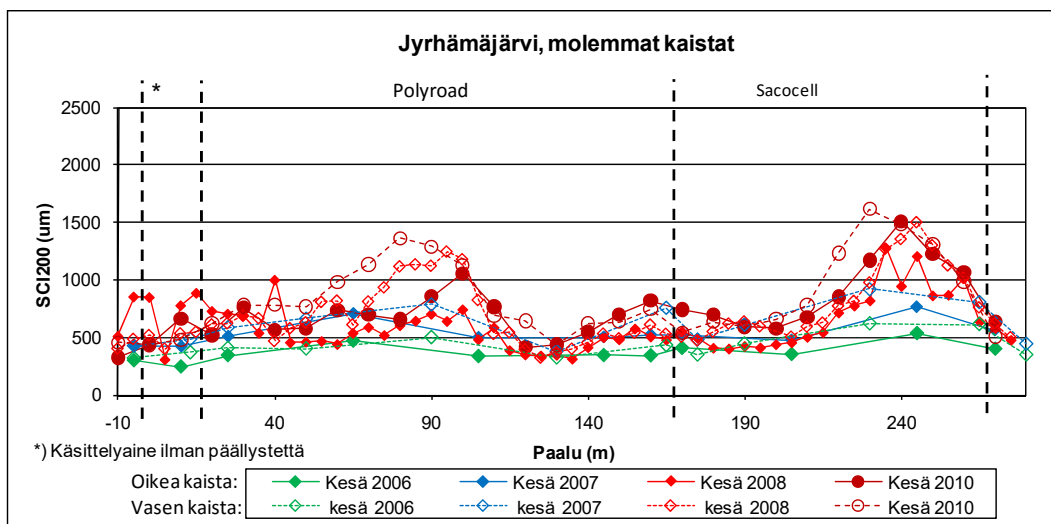
3.3 Pudotuspainolaitemittaukset

3.3.1 Mittausajankohdat

Jyrhämäjärven koekohteella tehtiin PPL-mittauksia ennen rakentamista 1.9.2005 ja rakentamisen jälkeen 3.5. ja 21.8.2006, 14.5. ja 2.8.2007, 20.5. ja 27.8.2008 sekä 9.7.2010. PPL-mittauksia tehtiin 1.6.2009 ennen ja jälkeen koekuormitusta.

3.3.2 Kesämittausten indeksit

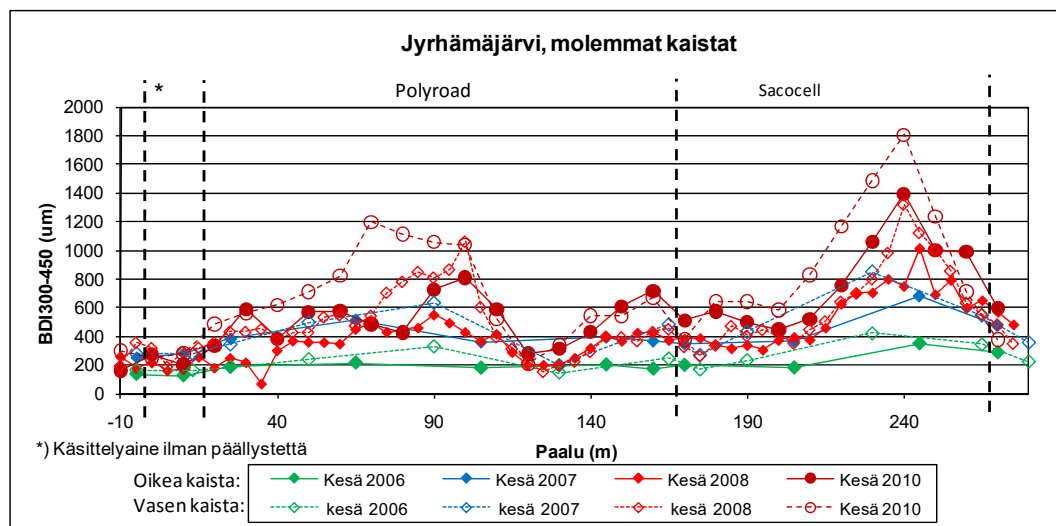
Kuvassa 3.3.1 on esitetty kesinä 2006–2008 ja 2010 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt SCI200-indeksit molemmilta kaistoilta. Kuvien perusteella SCI200-arvo on kasvanut ensimmäisestä mittausvuodesta alkaen. Arvot ovat olleet hieman suurempia vasemmalta kaistalla. Vuonna 2006 SCI200-arvot olivat 400–500 μm ja seuraavana vuonna pääosin 500–800 μm . Kuvasta havaitaan, että kahdessa kohdassa, pl 70–100 ja pl 220–260, SCI200-arvot olivat vuosina 2008 ja 2010 jopa yli 1000 μm . Pelkän SCI200-indeksin perusteella Jyrhämäjärven koekohteen kantavuus voidaan luokitella huonoksi tai erittäin huonoksi. Suurimpien SCI-arvojen kohdalla päällyste on myös vaurioitunut eniten.



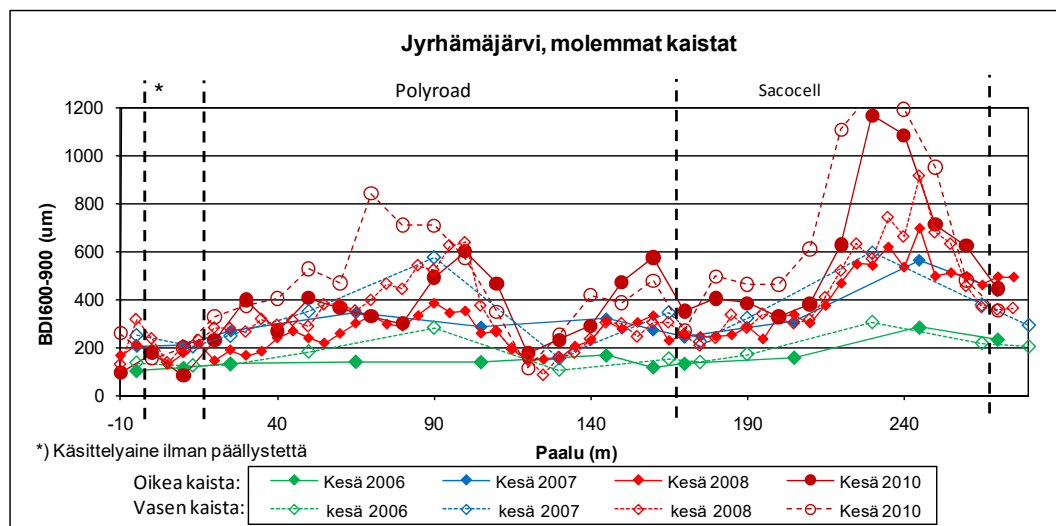
Kuva 3.3.1. Jyrhämäjärven koekohteen kesällä tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt SCI200 -indeksit. Täytetyt merkit yhtenäisellä viivalla ovat oikealta kaistalta ja avonaiset merkit katkoviivalla vasemmalta kaistalta tehdyistä mittauksista.

Kuvassa 3.3.2 on esitetty kesinä 2006–2008 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BDI300–450-indeksit molemmilta kaistoilta. Vuonna 2006 BDI300–450-arvot olivat 200–350 μm . Vuosina 2007 ja 2008 ne olivat pääosin 400–500 μm lukuun ottamatta kohtia pl 70–100 ja pl 230–250, joissa arvot olivat jopa kaksi kertaa suurempia. Vuonna 2010 tehdyistä mittauksista määritetyt BDI300–450 -arvot olivat suurempia kuin aiempina vuosina. Lisäksi suurien arvojen alue oli laajentunut. Vuonna 2010 suurimmat BDI300–450-arvot kohdissa pl 60–100 ja pl 210–260 olivat pääsääntöisesti 800–1500 μm . Yleensä vasemman kaistan BDI300–450-arvot ovat olleet suuremmat kuin oikean kaistan arvot. Erittäin korkeat BDI300–450-arvot viittaisivat erittäin märkään tai huonoon kantavan kerroksen alla olevaan materiaaliin, joka voi olla vanhaan rakennekerrokseen sekoittunutta pohjamaata.

Kuvassa 3.3.3 on esitetty kesinä 2006–2008 ja 2010 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BDI600–900-indeksit molemmilta kaistoilta. Vuonna 2006 BDI600–900-arvot olivat 100–300 μm . Vuosina 2007 ja 2008 ne olivat pääosin 200–400 μm lukuun ottamatta kohtia pl 70–100 ja pl 230–250, joissa arvot olivat 500–800 μm . Vuoden 2010 mittauksista määritetyt arvot olivat aikaisempina vuosina suurempia. Suurimmillaan BDI600–900-arvot olivat 1200 μm . Vasemmalla kaistalla BDI600–900-arvot ovat olleet suurempia kuin oikealla kaistalla. Erittäin korkeat BDI600–900-arvot indikoivat erittäin märästä tai huonosta alusrakenteesta tai pohjamaasta.

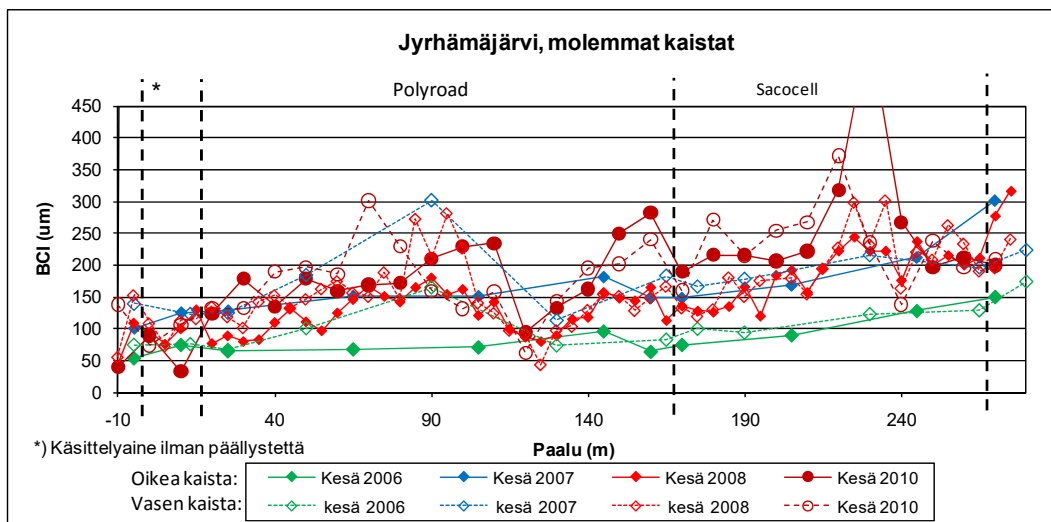


Kuva 3.3.2. Jyrhämjärven koekohteen kesällä tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BDI300–450-indeksit. Täytetyt merkit yhtenäisellä viivalla ovat oikealta kaistalta ja avonaiset merkit katkoviivalla vasemmalta kaistalta tehdyistä mittauksista.



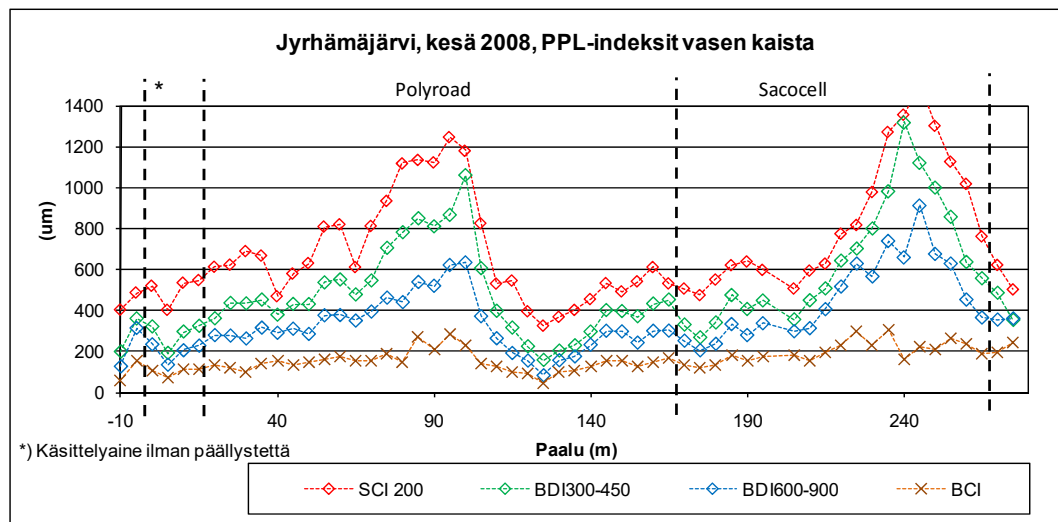
Kuva 3.3.3. Jyrhämjärven koekohteen kesällä tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BDI600–900-indeksit. Täytetyt merkit yhtenäisellä viivalla ovat oikealta kaistalta ja avonaiset merkit katkoviivalla vasemmalta kaistalta tehdyistä mittauksista.

Kuvassa 3.3.4 on esitetty kesinä 2006–2008 ja 2010 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BCI-indeksit molemmilta kaistoilta. Vuonna 2006 BCI-arvot olivat 50–150 μm . Seuraavana kahtena vuotena ne olivat pääosin 100–250 μm , jolloin korkeimmat arvot olivat kohdissa pl 80–100 ja pl 220–240. Vuonna 2010 BCI-arvot olivat suurempia kuin aikaisempina vuosina ollen pääosin 150–300 μm . Polyroad-alueella suurimmat BCI-arvot vuonna 2010 olivat kohdissa pl 70–110 ja 130–150 sekä Sacocell-alueella kohdassa pl 220–230, jossa suurin BCI-arvo oli 570 μm . Yleensä vasemmalta kaistalta määritetyt BCI-arvot olivat suuremmat kuin oikealta kaistalta määritetyt arvot, mutta vuonna 2010 kaistojen välinen suuruusjärjestys vaihteli eripituisissa osissa. Pelkästään BCI-arvojen perusteella tien kantavuus on heikko tai erittäin heikko ja vaikuttaisi, että paaluluvun kasvaessa BCI-arvot keskimäärin suurenevät.

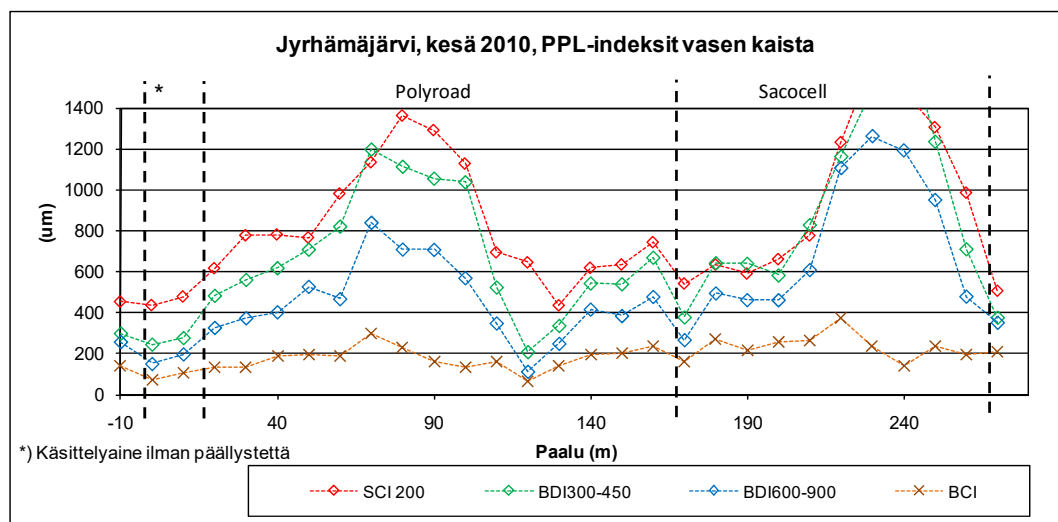


Kuva 3.3.4. Jyrhämäjärven koekohteen kesällä tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BCI-indeksit. Täytetyt merkit yhtenäisellä viivalla ovat oikealta kaistalta ja avonaiset merkit katkoviivalla vasemmalta kaistalta tehdyistä mittauksista.

Kuvissa 3.3.5 ja 3.3.6 on esitetty vuosina 2008 ja 2010 vasemmalta kaistalta PPL-mittauksista määritetyt indeksit. Kuvia vertailemalla havaitaan erityisesti BDI-indeksien suurentuneen suhteellisesti eniten. Kuvista 3.3.1–3.3.4 havaitaan koekohteen alueella olevan rummun kohdalla (pl 120–125) PPL-mittauksista määritettyjen tunnuslukujen pysyneen samansuuruisina eri vuosina. Myös kuvista 3.3.5 ja 3.3.6 havaitaan rummun kohdassa olevan pienimmät koekohteelta määritetyt indeksit. Kesällä 2008 tehtyjen PPL-mittausten perusteella kohdat pl 70–100 ja pl 230–250 ovat kantavuudeltaan erittäin heikkoja, mikä näkyy erittäin hyvin vasemmalla kaistalla. Vuoden 2010 mittausten perusteella (kuva 3.3.6) erityisesti suurien BDI-indeksien alue on laajentunut vuoteen 2008 verrattuna. Erittäin suurista BDI-arvoista suhteessa SCI200-arvoihin voisi ajatella, että tien kantavuusongelma johtuvat kantavan kerroksen alapuolisista erittäin heikoista rakenteista ja pohjamaasta.



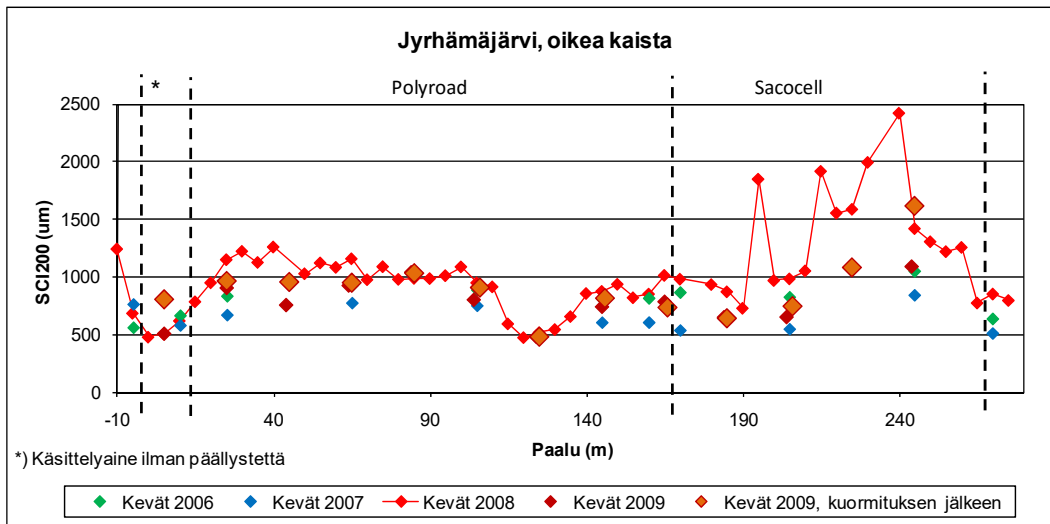
Kuva 3.3.5. Jyrhämäjärven koekohteella kesällä 2008 tehdyistä PPL-mittauksista vasemmalta kaistalta määritetyt indeksit.



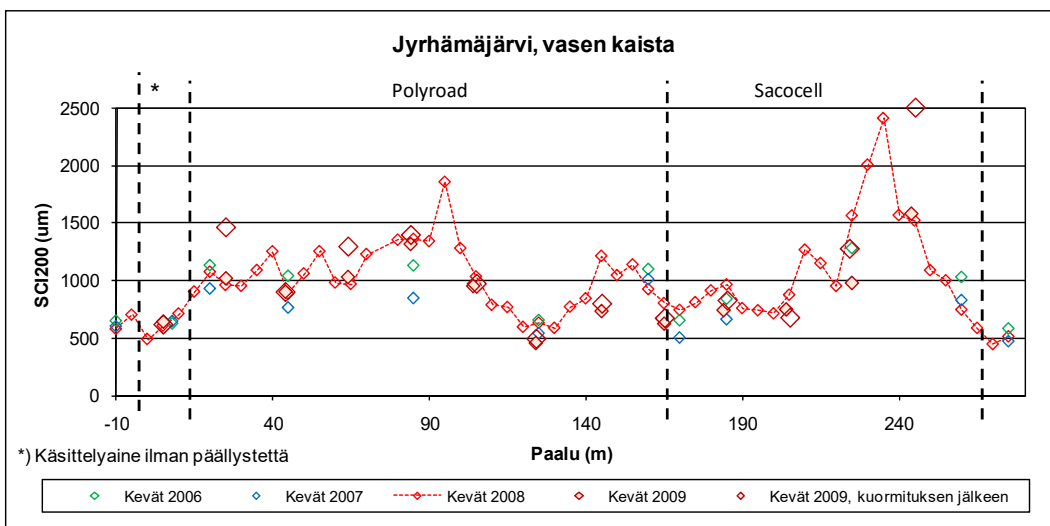
Kuva 3.3.6. Jyrhämäjärven koekohteella kesällä 2010 tehdyistä PPL-mittauksista vasemmalta kaistalta määritetyt indeksit.

3.3.3 Kevätmittausten indeksit

Kuvissa 3.3.7 ja 3.3.8 on esitetty keväisistä PPL-mittauksista määritetyt SCI200-indeksit. Oikealla kaistalla havaitaan SCI200-arvojen olleen samankaltaisia eri vuosina. Vuonna 2008 SCI200-arvot olivat kuitenkin suurempia kuin muina vuosina. Lisäksi oikealla kaistalla vuoden 2009 koekuormitus ei vaikuttanut merkittävästi SCI200-indeksiin. Vasemmalla kaistalla SCI-arvot käyttäytyivät pääsääntöisesti samankaltaisesti kuin oikealla kaistalla. Tosin vuoden 2009 koekuormituksessa SCI200-arvot kohosivat muutamassa pisteessä Polyroad-alueella. Keväisin SCI200-arvot ovat olleet Polyroad alueella noin 1000 µm, jos kohdassa pl 125 olevan rummun aluetta ei huomioida. Sacocell-alueella SCI200-arvot ovat olleet välillä pl 165–200 m pääosin 600–1000 µm ja välillä pl 200–260 m pääosin 1000–2500 µm. Keväällä tehdyissä mittauksissa SCI200-arvot ovat olleet 1–2 kertaa suurempia kuin kesällä tehdyissä mittauksissa.

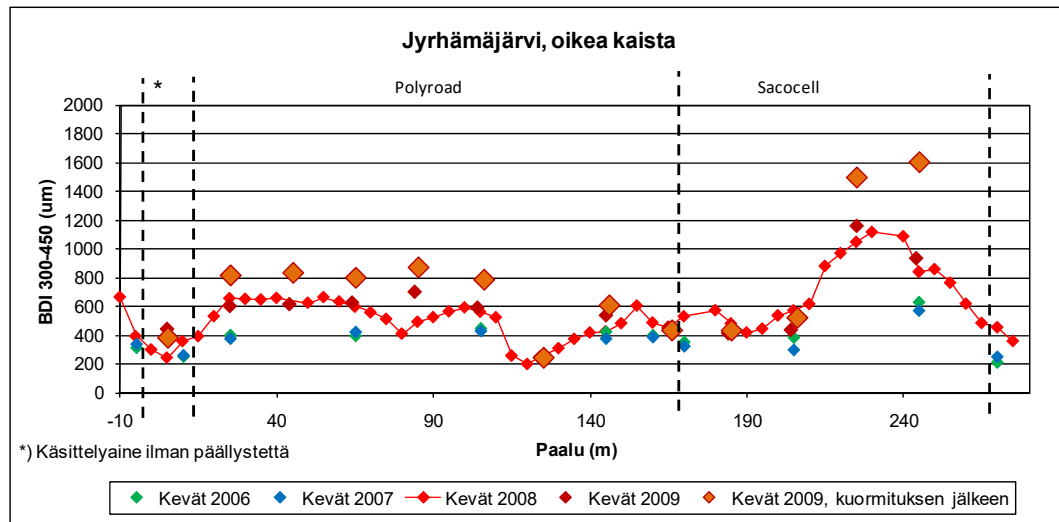


Kuva 3.3.7. Jyrhämäjärven koekohteen keväisistä PPL-mittauksista määritetyt oikean kaistan SCI200-indeksit.

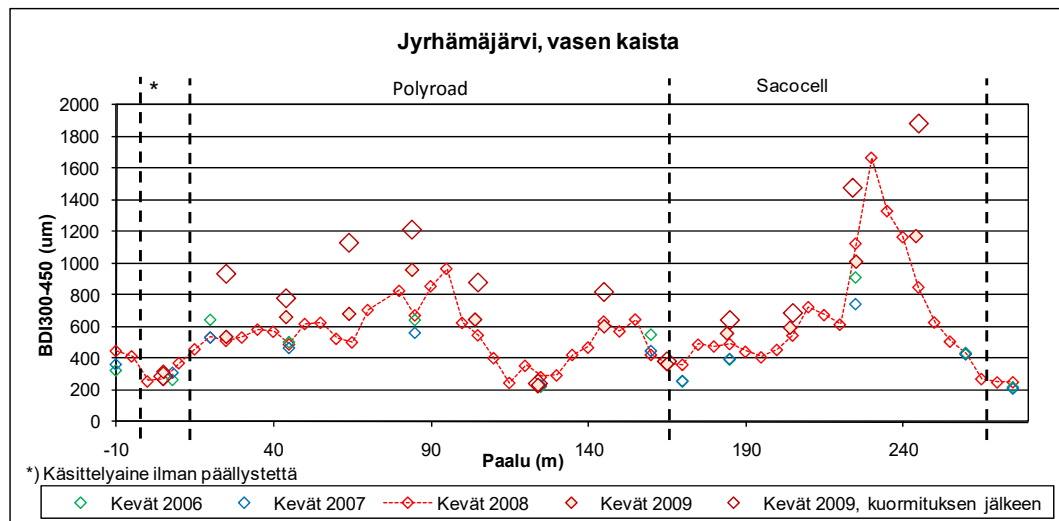


Kuva 3.3.8. Jyrhämäjärven koekohteen keväisistä PPL-mittauksista määritetyt vasemman kaistan SCI200 -indeksit.

Kuvissa 3.3.9 ja 3.3.10 on esitetty keväisistä PPL-mittauksista määritetyt BD300–450-indeksit, jotka kuvaavat 300–450 mm syvyydessä olevan tierakenteen käyttäytymistä. Oikealla kaistalla havaitaan BDI300–450-arvojen olleen vuosina 2008 ja 2009 suuremmat kuin vuosina 2006 ja 2007. Vasemmalla kaistalla BDI300–450-arvot ovat olleet samaa suuruusluokkaa eri vuosina. Vuoden 2009 koekuormituksen BDI300–450-arvot kohosivat merkittävästi varsinkin alueilla, joissa ne olivat jo lähtötilanteessa korkeat. Tämä viittaisi, että tälle syvyydelle kuormituksesta syntyy huokosvedenpainetta ja tierakenne olisi plastisoitumassa. Vuoden 2009 koekuormituksissa sorarekalla ajettujen koekuormitusten jälkeen BDI300–450-arvot kasvoivat keskimäärin 30 %. Tyypillisesti BDI300–450-arvot ovat keväisin olleet 400–800 µm. Vaurioituneimmissa kohdissa BDI300–450-arvot ovat olleet selkeästi suuremmat ja suurimmillaan ne ovat olleet vasemmalla kaistalla jopa 1600 µm.

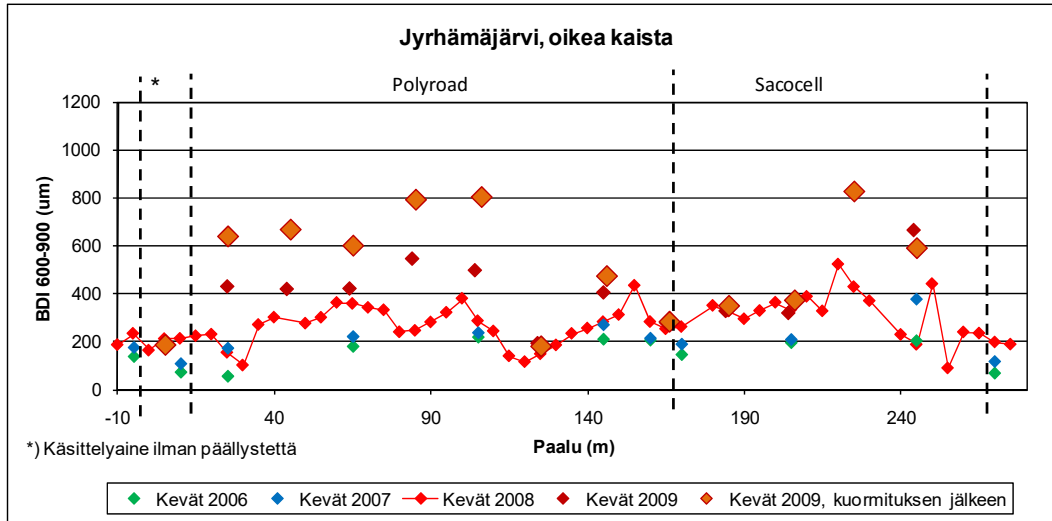


Kuva 3.3.9. Jyrhämäjärven koekohteen keväisistä PPL-mittauksista määritetyt oikean kaistan BDI₃₀₀₋₄₅₀-indeksit.

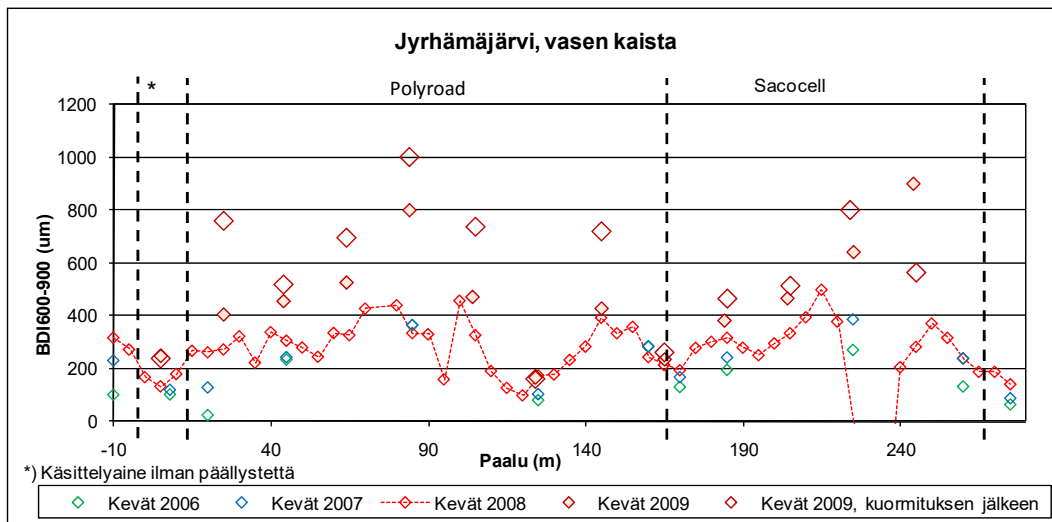


Kuva 3.3.10. Jyrhämäjärven koekohteen keväisistä PPL-mittauksista määritetyt vasemman kaistan BDI₃₀₀₋₄₅₀-indeksit.

Kuvissa 3.3.11 ja 3.3.12 on esitetty keväisistä PPL-mittauksista määritetyt BDI₆₀₀₋₉₀₀ -indeksit, jotka kuvaavat parhaiten 600–900 mm syvyydessä olevan tierakenteen käyttäytymistä. BDI₆₀₀₋₉₀₀-arvot ovat olleet keväällä 2006, 2007 ja 2008 pääosin 200–400 µm. Keväällä 2009 BDI₆₀₀₋₉₀₀-arvot olivat kuitenkin suuremmat johtuen todennäköisesti siitä, että roudan sulaminen oli ehtinyt pidemmälle kuin aikaisempina vuosina. Keväällä 2009 BDI₆₀₀₋₉₀₀-arvot olivat Polyroad-alueella kuitenkin suuremmat ollen pääosin 400–500 µm ja koekuormituksen jälkeen Polyroad-alueella BDI₆₀₀₋₉₀₀-arvot kasvoivat niistä vielä 20–50 %. Sacocell-alueella ei havaittu BDI₆₀₀₋₉₀₀-arvoissa koekuormituksesta johtuvaa selkeää muutossuuntaa. Tosin myös Sacocell-alueen vasemmalla kaistalla vuoden 2009 keväällä BDI₆₀₀₋₉₀₀-arvot olivat lähtötilanteessa suuremmat kuin aikaisempina vuosina.

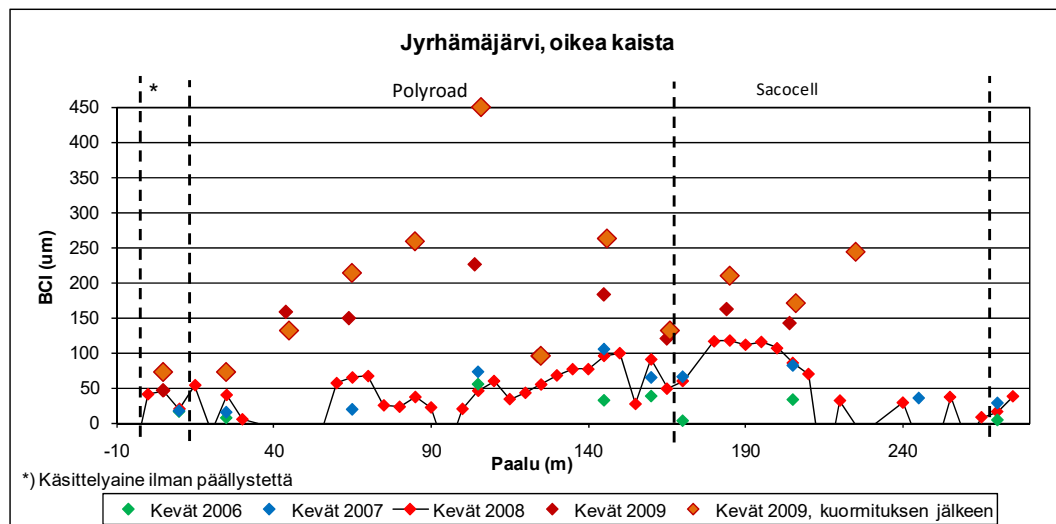


Kuva 3.3.11. Jyrhämäjärven koekohteen keväisistä PPL-mittauksista määritetyt oikean kaistan BDI600–900-indeksit.

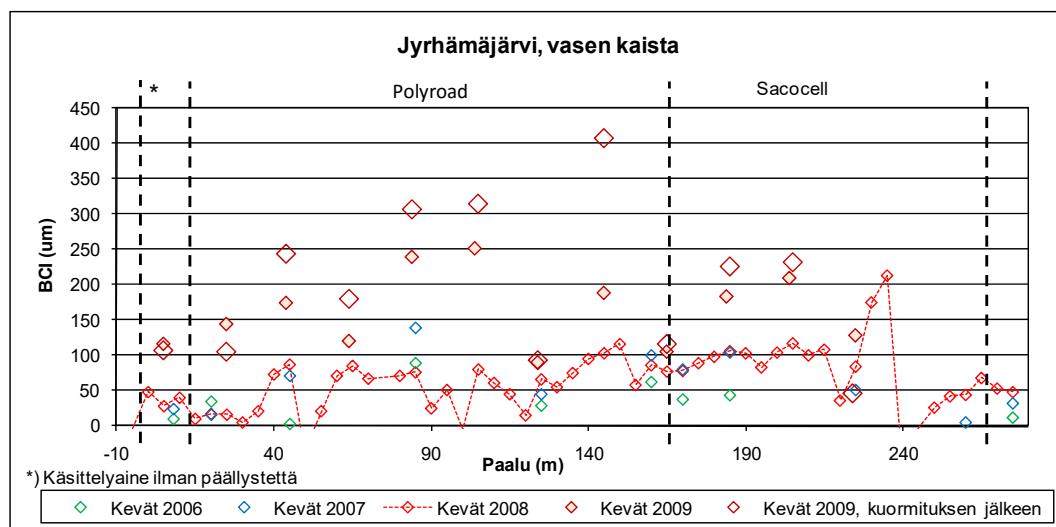


Kuva 3.3.12. Jyrhämäjärven koekohteen keväisistä PPL-mittauksista määritetyt vasemman kaistan BDI600–900-indeksit.

Kuvissa 3.3.13 ja 3.3.14 on esitetty keväisistä PPL-mittauksista määritetyt BCI-indeksit, jotka kuvaavat pohjamaan käyttäytymistä. BCI-arvot ovat olleet keväällä 2006, 2007 ja 2008 pääosin alle 100 µm ja osa arvoista on ollut negatiivissa, mikä viittaisi pohjamaan olleen vielä jäässä. Keväällä 2009 BCI-arvot olivat suuremmat, koska roudan sulaminen on todennäköisesti ehtinyt pidemmälle kuin aikaisempien vuosien mittausajankohtina. Suurimmillaan BCI-arvot olivat keväällä 2009 ennen koekuormitusta 250 µm ja koekuormituksen jälkeen suurimmat BCI-arvot olivat 300–450 µm.

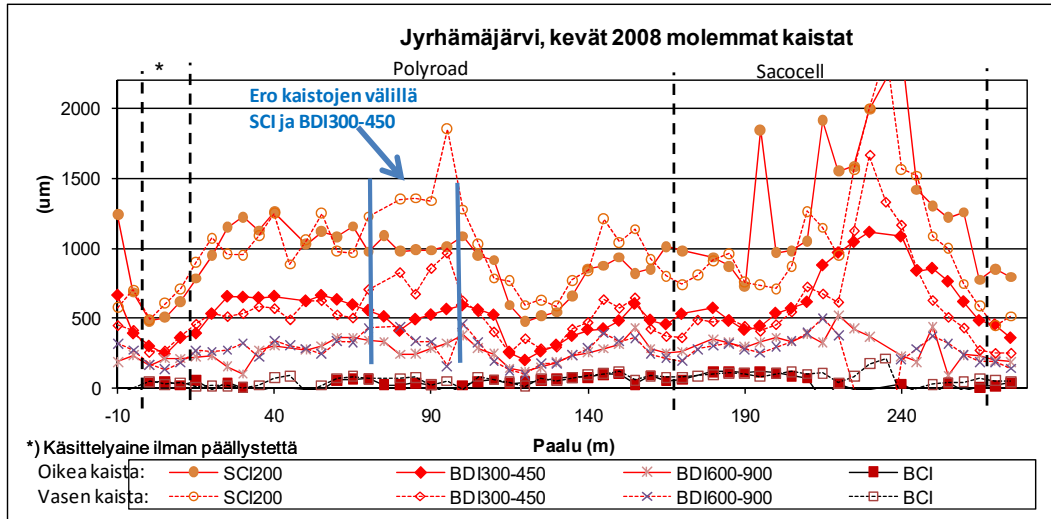


Kuva 3.3.13. Jyrhämäjärven koekohteen keväisistä PPL-mittauksista määritetyt oikean kaistan BCI-indeksit.



Kuva 3.3.14. Jyrhämäjärven koekohteen keväisistä PPL-mittauksista määritetyt vasemman kaistan BCI-indeksit.

Kuvassa 3.3.15 on esitetty vielä keväällä 2008 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt indeksit molemmilta kaistoilta. Kuvasta havaitaan taipumien olleen kaistojen välillä pääsääntöisesti samansuuruisia samoissa poikkileikkauksissa. Poikkeuksen muodostaa Polyroad-alueella kohta pl 70–100, jossa SCI200- ja BDI300–450-arvot ovat vasemmalla kaistalla selkeästi suuremmat. Sacocell-alueen oikealla kaistalla välillä pl 190–250 havaitaan SCI200-arvojen muuttuvan hyvin paljon viereisestä mittauspisteestä seuraavaan, mikä voinee johtua päällysteen vauriosta.



Kuva 3.3.15. Jyrhämäjärven koekohteen vuoden 2008 keväisistä PPL-mittauksista määritetyt indeksit. Täytetyt merkit yhtenäisellä viivalla ovat oikealta kaistalta ja avonaiset merkit katkoviivalla ovat vasemmalta kaistalta.

3.4 Johtopäätökset Jyrhämäjärven koekohteesta

Jyrhämäjärven koekohteella tien kantavuus oli heikko tai erittäin heikko, joka johtuneen pääosin tien kantavan kerroksen alapuolisista erittäin heikoista rakenteista ja pohjamaasta. Koekohteella tien kantavuus oli heikentynyt erityisesti vaurioituneimmissa kohdissa viiden vuoden seurantajakson aikana. Vaurioitunut ala vaikutti laajentuneen ajan kuluessa. Saatujen suullisten tietojen perusteella koekohteessa liikennöitävyys oli ollut kelirikkoaikoina aikaisempiin vuosiin nähden parempi. Koekohteella päällyste sekoitusjyrsittiin kantavaan kerrokseen vuonna 2011 eli koerakenteen elinkaari oli 5–6 vuotta koekohteessa. Hydrofobisten käsittelyaineiden todellista vaikutusta oli kuitenkin vaikea arvioida koekohteen perusteella, koska varsinaista vertailurakennetta ei ollut ja todennäköisesti pohjamaa ja tierakenteen alaosa ei ollut tasalaatuinen koalueella.

Koekohteen ongelmat aiheutuvat erittäin routivasta alusrakenteesta ja pohjamaasta pehmeiköllä. Keväällä ja myös kesällä ohut tien kantava rakenne ei kestä usean peräkkäisen raskaan ajoneuvon ylitystä ilman vaurioita. Tie kärsii heikosta pohjamaasta johtuvasta Mode 2 -urautumisesta (Saarenketo 2009). Kohteella on havaittu myös tien pientareen sortumia. Saarenkeden (2009) raportin perusteella tie oli parhaimmassa kunnossa jaksoissa, joissa käsittelypaksuus oli suurin. Täten pehmeikköalueilla hydrofobisilla käsittelyaineilla käsittely pitäisi vastaisuudessa tehdä vähintään 0,20 m paksuisena. Lisäksi erittäin heikko pohjamaa ei ehkä mahdollistanut käsitellyn kerroksen riittävää tiivistymistä tai käsitellyn kerroksen ikääntymiselle ei jäänyt riittävästi aikaa ennen syyssateiden ja talven alkamista.

Jos koekohde päällystetään uudestaan sekoitusjyrsinnän jälkeen, koekohteen heikoimmille kohdille olisi saatava rakenteeseen lisää paksuutta ja/tai vetoa vastaan ottava lujite. Koerakenteen käyttäytymisen ymmärtämisestä parantaisi tierakenteen ja pohjamaan ominaisuuksien määrittäminen neljästä tai kuudesta poikkileikkauksesta noin metrin syvyyteen ikkunanäytteenottimella.

4 Seinäjoki, Louko–Koura, mt 17353 to2, rakennettu 2008

4.1 Yleistä

4.1.1 Ennakkokokeet

Koekohde rakennettiin Väkäste2-projektin aikana Seinäjoelle Louko-Kouran tielle Vaasan tiepiirin rahoituksella. Tie valikoitu koekohteeksi, koska tie kärsi pintakelirikko-ongelmista. Niiden vuoksi kohteelta otettiin kantavasta kerroksesta näytteitä ennakkokokeita varten. Ennakkokokeina olivat ensisijaisesti Tube Suction- ja routanousukokeet, joista on tarkempaa tietoa Tiehallinnon selvityksessä 19/2009. (Vuorimies & Kolisoja 2009)

Kohteesta otettiin näytteitä neljästä kohdasta 26.5.2008. Näytteenottokohdissa ei erotunut kulutuskerrosta. Kalliomurskeen tapaista mursketta oli noin 250 mm kaivetuissa kohdissa, joiden alapuolella oli pääsääntöisesti hienohkoa luonnonsoraa. Kohdassa pl 860 250 mm syvyydellä oli kuitenkin muutaman senttimetrin paksuinen kerros tummaa multaa (kuva 4.1.1). Näytteenottokohdat olivat seuraavat:

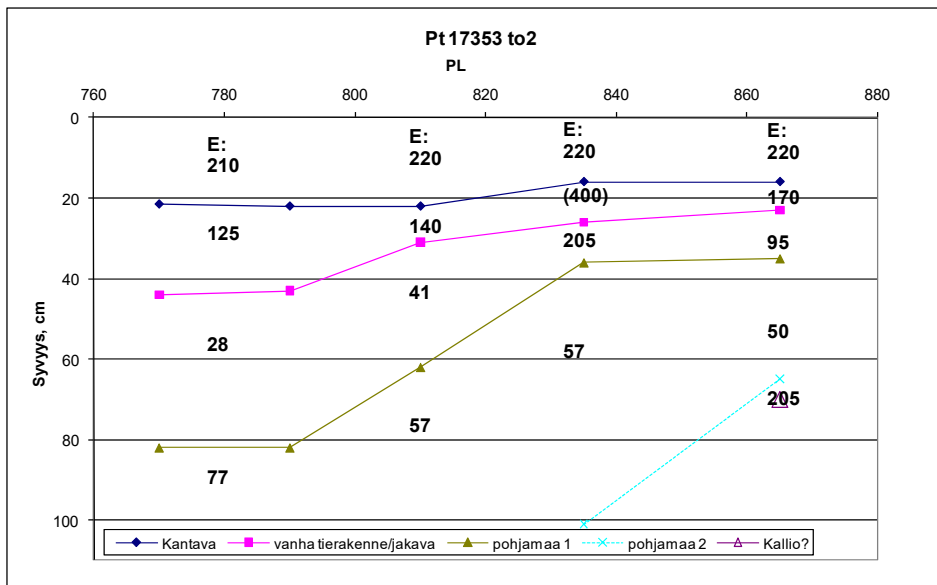
- Pl 740 oikea kaista / ojan puoleinen pyöräura
- Pl 780 oikea kaista / keskeisempi pyöräura
- Pl 820 vasen kaista / keskeisempi pyöräura
- Pl 860 vasen kaista / ojan puoleinen pyöräura



Kuva 4.1.1. Mt 17353 to2 pl 860 näytteenottopiste.

Näytteet jaettiin kahteen silmämääräisesti samankaltaiseen materiaaliin ja samalla toisesta poistettiin multapaakut. Kummallekin materiaalille tehtiin kaksi modifioitua Proctor-sullontaa noin 5 ja 7 % vesipitoisuuksissa. Niiden perusteella suurimmat kuiva-irtotiheydet olivat 2300 kg/m³ ja 2180 kg/m³.

Koekohteen oikealla kaistalla, noin metri tien reunasta renkaan ajouralla, kohdissa pl 770, 790, 810, 835, 860 ja 865 oli tehty DCP-laitemittaukset 12.8.2008. Kohdassa pl 860 kairan kärki kohtasi ison kiven 180–200 mm syvyydessä ja pl 865 kairan kärki kohtasi ison lohkareen tai kallion noin 0,70 m:n syvyydessä. Kuvassa 4.1.2 on esitetty DCP-mittauksilla arvioidut kerrosrajat ja niille Ahon (2004) diplomityössä esitetyn kahden laskukaavan kautta määritetyt suuntaa-antavat E-moduulit. Paalulla 835 kärjen edessä saattoi olla myös kivi, jolloin E-moduuli olisi määritetty liian suureksi.



Kuva 4.1.2. Louko-Koura koekohteelta 12.8.2008 DCP-laitteella arvioidut kerrosrajat ja kerroksien suuntaa-antavat E-moduulit.

4.1.2 Koekohteen rakentaminen 20.8.2008

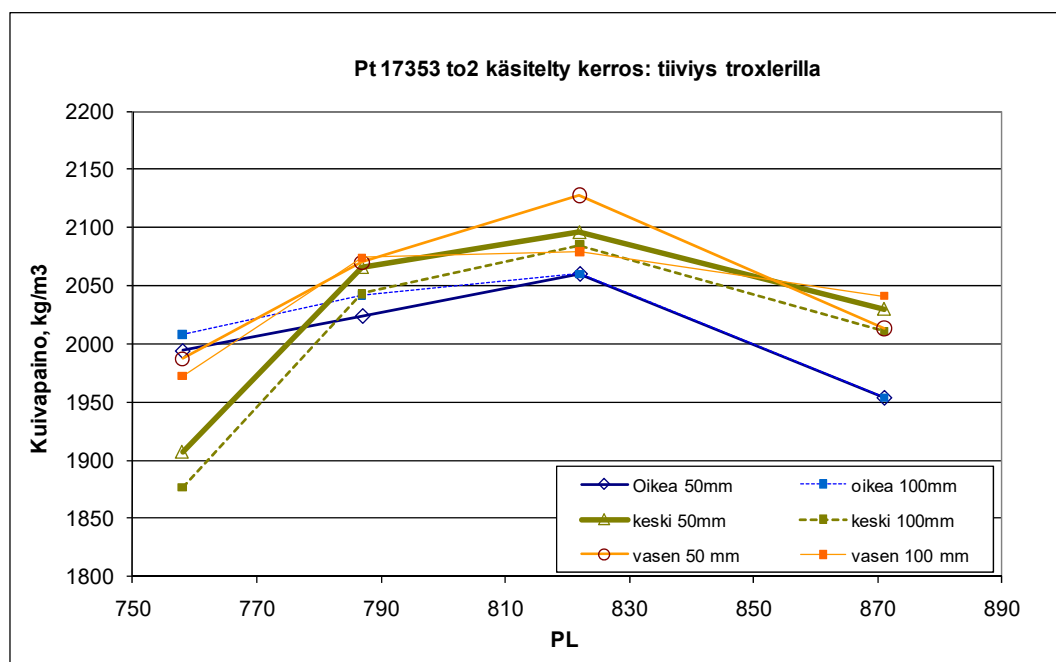
Aamupäivällä 20.8.2008 koekohteella ei ollut satanut vettä. Noin 5 minuuttia kestänyt heikko sade alkoi sekoituksen alettua vasemmalta kaistalta. Tämän jälkeen paistoi aurinko (kuva 4.1.3). Noin tunti sekoitustyön ja puoli tuntia tiivistämisen loppumisesta (noin klo 17:30–17:45) koekohteella alkoi sataa heikohkosti. Sade kiihtyi kuitenkin suhteellisen runsaaksi noin 10 minuutin ajaksi. Tämän jälkeen sade heikkeni nopeasti ja loppui joksi-kin ajaksi. Heikohkoa sadetta jatkui kuitenkin alueella todennäköisesti lähemmäs klo 19. Kuitenkin klo 18 alkaen ilma alkoi kirkastua etelästä ja lännestä alkaen sekä aurinko paistoi vaikkakin koekohteella satoi heikosti. Sadekuuron jälkeen klo 18 tien reunaan tehtiin pieniä uria, jotta tien reunapalteilte ei olisi jäänyt vettä makaamaan (kuva 4.1.3).



Kuva 4.1.3. Louko-Kouran koekohde 20.8.2008 iltapäivällä (vasen) ja n. klo 18 (oikea).

Koekohteella sekoitusleveys oli 5,8 m paaluvälillä 720–797 ja 5,4 m välillä 797–909. Oikealla kaistalla kohdassa pl 803–804 oli suuri maakivi, joka jäi paikoilleen ja tässä kohdassa jäi noin 2 m pituinen alue oikealta kaistalta käsittelemättä. Lisäksi oikealla kaistalla kohdassa noin pl 870 käsiteltävässä kerroksessa havaittiin iso kivi, jolloin sekoitinlaitteisto nostettiin ylös ja siirrettiin noin 2 m ennen sekoituksen jatkamista 15 cm syvyydestä. Paaluvälille 709–787 tuli ohut päällyste 24.9.2008

Kuvassa 4.1.4 on esitetty heti tiivistystyön päätyttyä tehtyjen Troxler-mittausten tulokset. Kuvasta havaitaan kuivatilavuuspainon olleen pääosin 2000–2100 kg/m³. Tästä poikkeuksena ovat pl 760 keskilinjalta mitatut 1900 kg/m³ kuivatilavuuspainot ja pl 870 oikealta kaistalta mitatut 1950 kg/m³ kuivatilavuuspainot.



Kuva 4.1.4. Heti Louko-Koura koekohteen rakentamisen jälkeen Troxler-laitteella mitatut kuivatilavuuspainot.

4.2 Maatutkamittaus ja muutokset tien rakenteessa 2008

Koekohteen maatutkamittauksen teki Roadscanners Oy 30.9.2008. Maatutkadatan perusteella 40 mm paksuinen päällyste loppui paalulla 774. Maatutkamittauksen perusteella käsiteltyjen kerrosten paksuudet olivat hyvin lähellä suunniteltuja. Käsitellyn kerroksen paksuus oli välillä pl 720–785 200 mm ja lopulla koekohdealueella 150 mm. Kohdassa pl 830 tien alitse menee rumpu, jonka yläpinta on noin metri syvyydessä tien pinnan tasosta. Koekohteen loppuosalla erityisesti välillä pl 876–890 näyttää olevan syvyydellä 0,6 m voimakasta heijastumaa, joka saattaa olla merkinä rikkonaisesta kalliopinnasta tai isoista kivistä. Lisäksi vasemmalta kaistalta pl 885 ja oikealta kaistalta pl 890 lähtien havaitaan todennäköisesti ennen maatutkamittauksia käsitellyn kerroksen päälle asennettu suodatinkangas ja tien pinnalle ajettu kantavan kerroksen murske (kuva 4.2.1). Maatutkamittauksesta saatu tulkinta on esitetty liitteessä 1.

Louko-Kouran koekohteella käytiin 29.10.2008. Tällöin huomattiin, että päällystämättömän osan päälle oli ajettu hiekkaa tai hiekkaista soraa (kuvat 4.2.2 ja 4.2.3). Kuvan 4.2.2 oikeassa reunassa näkyy myös osittain koekohteen päälle ulottuvan suodatinkankaan päälle ajettua kantavan kerroksen materiaalia. Tiedossa ei ole tarkkaa ajankohtaa, milloin kyseinen sora on tielle ajettu.



Kuva 4.2.1. Maatutkamittauksen aikana 30.9.2008 otettu kuva koekohteesta (Roadscanners Oy)



Kuva 4.2.2. Louko-Kouran koekohteesta 29.10.2008 otettu kuva, jolloin käsitellyn kerroksen päälle oli ajettu hiekkakerros. Reunassa näkyy osittain koekohteen päälle ulottuvan suodatinkankaan päälle ajettua kantavan kerroksen materiaalia.

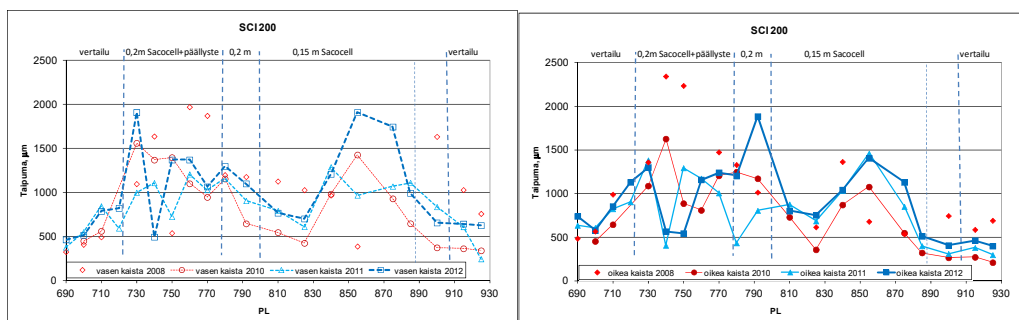


Kuva 4.2.3. Louko-Kouran koekohteelle ajetun hiekan tai kulutusmateriaalin paksuus yhdestä kohdassa 29.10.2008.

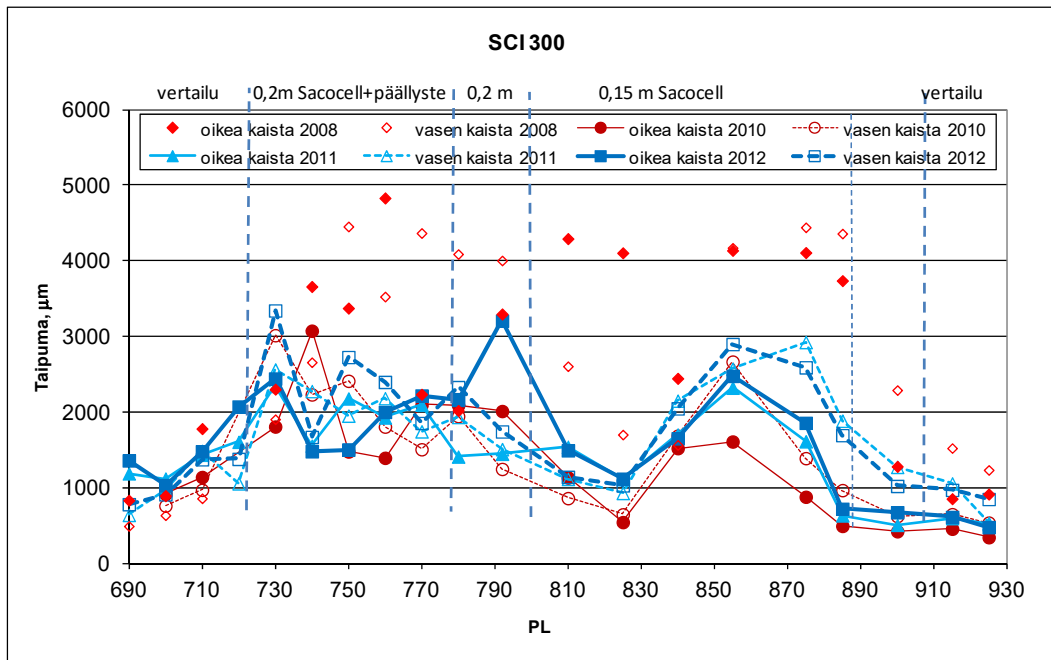
4.3 Pudotuspainolaitemittaukset vuosina 2008 ja 2010–2012

Mt 17353 to2 koekohteella tehtiin PPL-mittaukset 22.10.2008, 9.9.2010, 19.10.2011 ja 11.10.2012. Päälystämättömältä alueelta 2008 mitattuihin tuloksiin on suhtauduttava hyvin kriittiseksi, koska ei ole varmuutta siitä, onko 29.10.2008 koekohteella havaittu hiekkakerros ollut ajettuna jo 22.10.2008. Lisäksi koekohteen päälystämätön osuus oli todennäköisesti sorastettu syksyllä 2012. PPL-mittauksissa suurimmat Do-taipumat olivat 9 mm vuonna 2008 ja 8–8,5 mm vuosina 2010–2012.

PPL-mittaukset tehtiin jokaisessa pisteessä 25, 40 ja 50 kN suuruisilla kuormituksilla pienimmästä suurimpaan. Kuvissa 4.3.1 ja 4.3.2 on esitetty 50 kN:n kuormituksista lasketut SCI200- ja SCI300-indeksit oikealta ja vasemmalta kaistalta. Suurista taipumista johtuen suuri osa vuoden 2008 SCI200-arvoista oli negatiivisia ja niitä ei ole tulostettu kuvaan. Tästä syystä kaikki vuonna 2008 50 kN:n kuormituksella mitatut SCI200-arvot eivät ole luotettavia. Vuosina 2010–2012 SCI200-arvot vaihtelivat pääosin 400 μm ja 1500 μm sekä SCI300-arvot 500 μm ja 3000 μm välillä. Vuosina 2010–2012 keskilinjalta mitatut SCI-arvot olivat hieman pienempiä kuin vasemmalla ja oikealla kaistalta mitatut arvot. SCI-arvot eivät olleet muuttuneet merkittävästi kolmen viimeisen mittauskerran aikana. Pienimmillään arvot olivat käsittelyalueen ulkopuolella sekä kohdassa pl 825, jossa tien ali kulkee rumpu.

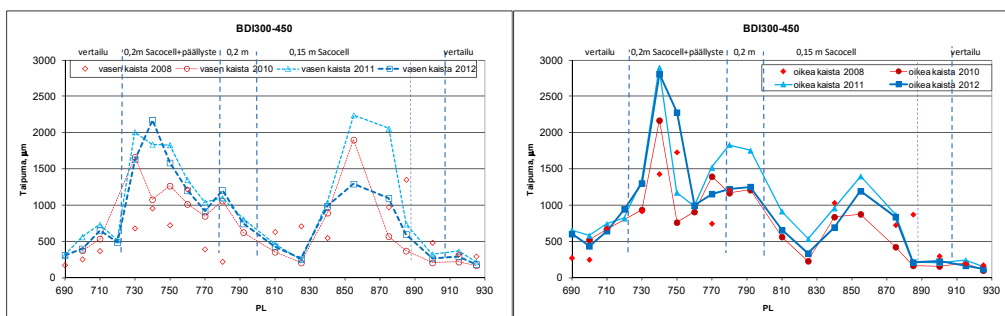


Kuva 4.3.1. Mt 17353 to 2 vuosina 2008 ja 2010–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt SCI200-indeksit oikealta (oik.) ja vasemmalta (vas.) kaistalta. Vuonna 2008 osa SCI200-indekseistä oli negatiivisia.

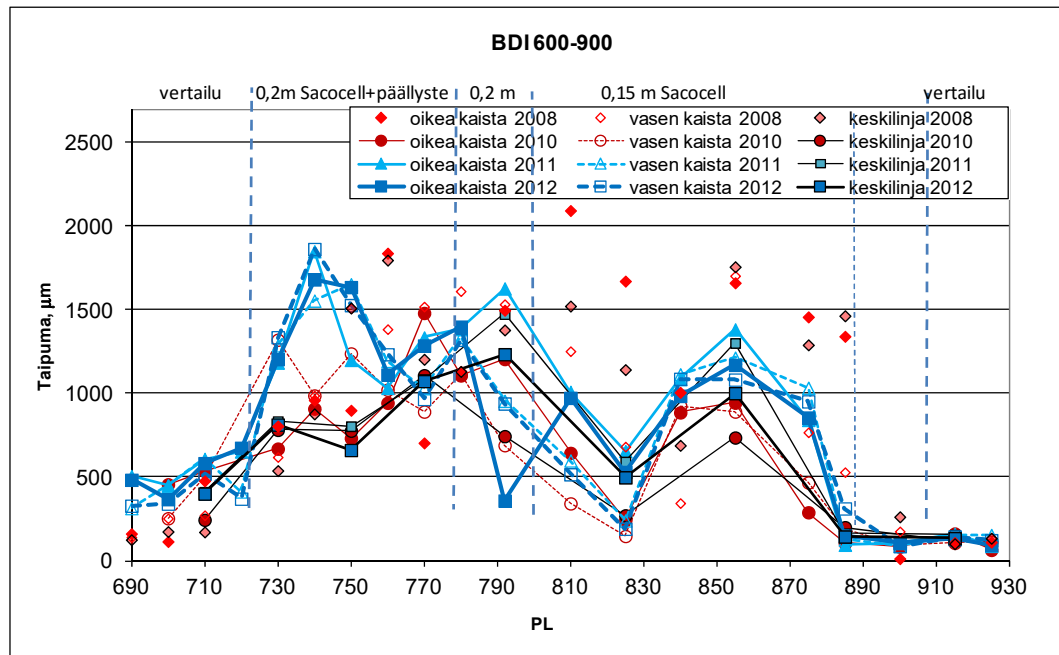


Kuva 4.3.2. Mt 17353 to 2 vuonna 2008 ja 2010–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt SCI300-indeksit oikealta ja vasemmalta kaistalta.

Kuvissa 4.3.3 ja 4.3.4 on esitetty 50 kN:n kuormituksista lasketut DBI300–450 ja DBI600–900-indeksit. Suurista taipumista johtuen suuri osa vuoden 2008 DBI300–450-arvoista oli negatiivisia erityisesti välillä pl 750–880 ja niitä ei ole tulostettu kuvaan. Täten kaikki vuonna 2008 50 kN:n kuormituksella mitatut DBI300–450-arvot eivät ole luotettavia. Vuonna 2010–2012 määritetyt DBI300–450-arvot olivat suurimmillaan lähes 3000 µm oikealla kaistalla. Sen sijaan vuoden 2008 DBI600–900-arvot vaikuttavat jo suhteellisen luotettavilta tasaisen ja yhtenäisen käyttäytymisen perusteella. Vuonna 2010 määritetyt DBI600–900-arvot (300–1200 µm) olivat pääsääntöisesti pienemmät kuin vuonna 2008 määritetyt arvot. Vuosina 2011 ja 2012 DBI600–900 -arvot olivat erityisesti välillä pl 730–760 suuremmat kuin vuonna 2010. Keskilinjalla DBI-arvot olivat pääsääntöisesti hieman pienemmät kuin oikealta ja vasemmalta kaistalta määritetyt DBI-arvot. DBI300–450- ja DBI600–900-arvojen perusteella välillä pl 720–810 ja pl 840–870 on kantavan kerroksen alapuolella erittäin heikot rakennekerrokset tai pohjamaa.

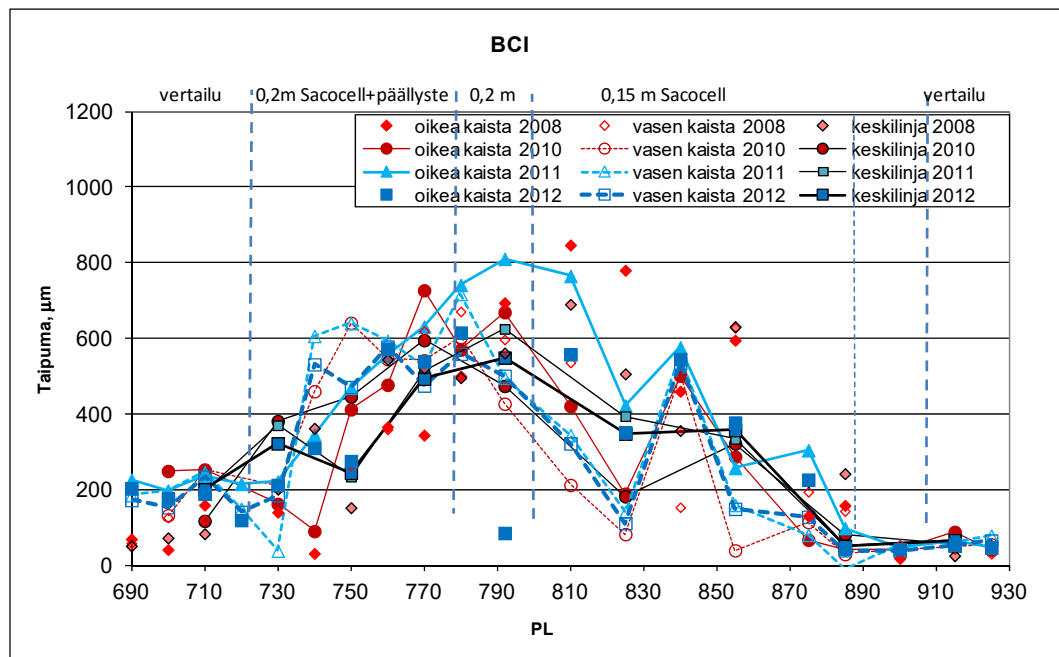


Kuva 4.3.3. Mt 17353 to 2 vuosina 2008 ja 2010–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BDI300–450-indeksit vasemmalta(vas.) ja oikealta (oik.) kaistalta. Vuonna 2008 osa BDI300–450-indekseistä oli negatiivisia.



Kuva 4.3.4. Mt 17353 to 2 vuosina 2008 ja 2010–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BDI600–900-indeksit.

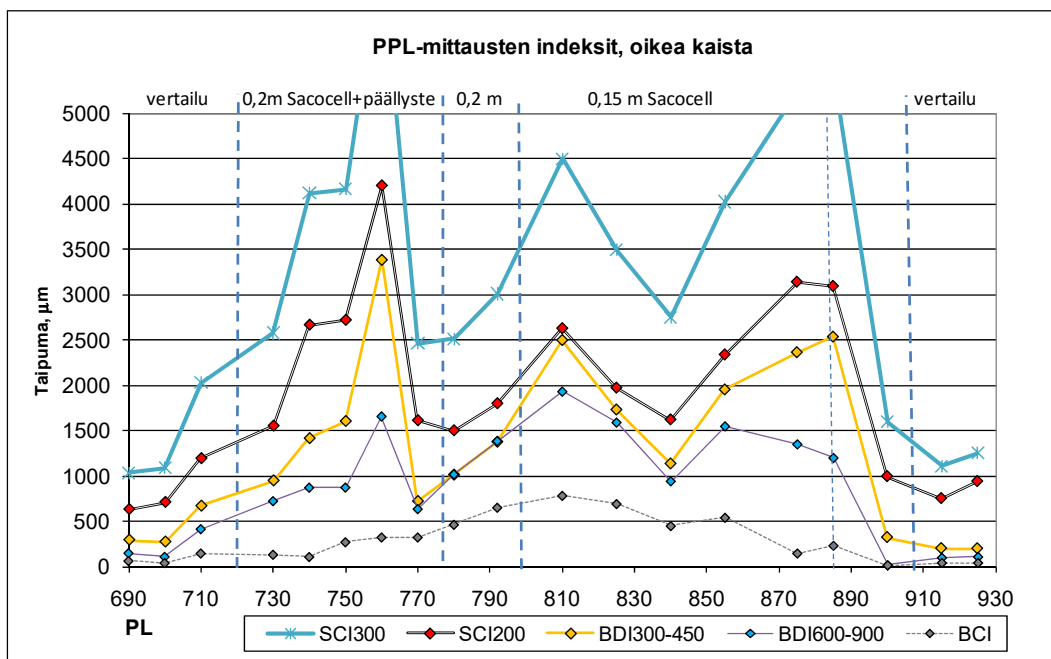
Kuvassa 4.3.5 on esitetty 50 kN:n kuormituksista määritetyt pohjamaan taipumaindeksit (BCI). Kuvasta havaitaan, että vuosina 2010 - 2012 pohjamaan taipuma välillä 740 - 860 on ollut erittäin suuri (yli 300 µm) muutamaa kohtaa lukuun ottamatta ja pohjamaan taipuman perusteella tierakenteen kantavuus on ollut erittäin huono välillä pl 710 - 870 (BCI yli 120 tai 200 µm). BCI-arvoissa ei ole nähtävissä muutostrendiä vuosina 2010-2012.



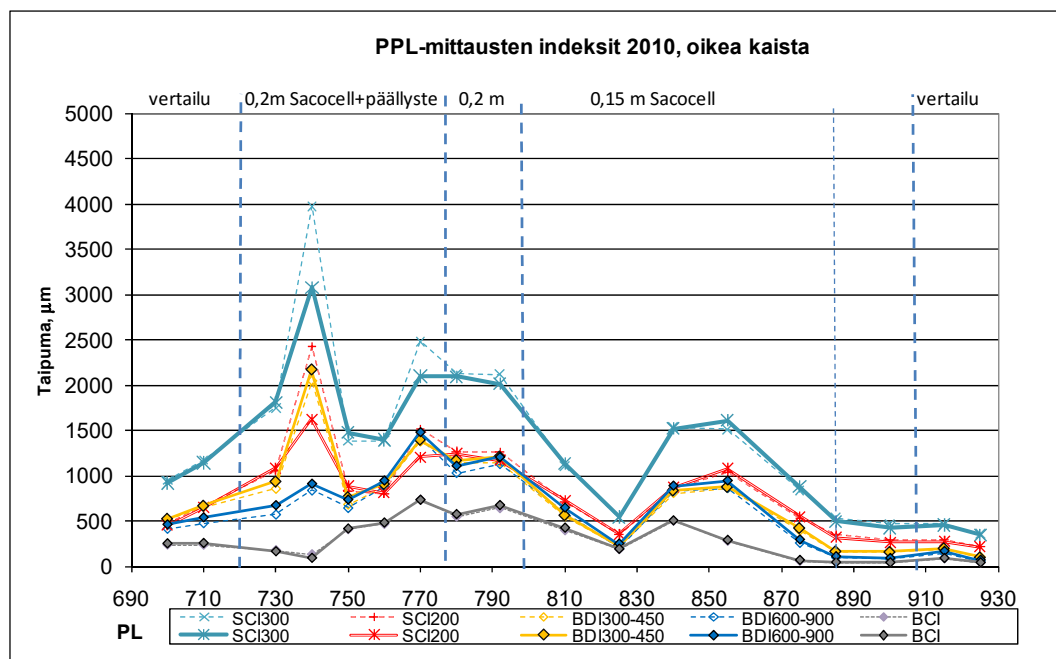
Kuva 4.3.5. Mt 17353 to 2 vuosina 2008 ja 2010–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BCI-indeksit. Vuonna 2008 osa BCI-indekseistä oli negatiivisia.

Koska 50 kN:n kuormituksilla PPL-mittausdatasta ei saatu vuonna 2008 luotettavia indeksejä, käytettiin 25 kN:n kuormitusdataa, joka mitattiin jokaisessa mittauskohdassa aina ensimmäisenä. Mittausdatan saamiseksi vertailukelpoiseksi 50 kN:n kuormituksen kanssa 25 kN:n taipumat kerrottiin kahdella. Näistä määritettyjä indeksejä verrattiin 50 kN:n kuormituksesta saatuihin ja havaittiin BCI ja DBI600–900-indeksien olevan käytännössä samat sekä SCI300-indeksien olevan hyvin samansuuruisia muutamaa pistettä lukuun ottamatta. SCI200 ja DBI300–450-indekseissä erot olivat merkittäviä varsinkin koekohteen keskialueella, jossa taipumat olivat suurimmat. Kuvassa 4.3.6 on esitetty 25 kN:n kuormituksesta määritetyt indeksit oikealta kaistalta. Kuvasta nähdään oikean kaistan paaluilla 760, 810 ja 880–890 olevan erittäin suuret taipumat. Tosin näistä kohdista vasemmalla kaistalla paalun 810 indeksit olivat lähes puolet pienempiä.

Vuoden 2010 PPL-mittauksissa pienin kuormitus oli 32 kN. Mittausdatan saamiseksi vertailukelpoiseksi 50 kN:n kuormituksen kanssa 32 kN:n taipumat kerrottiin kuormituksen suuruuksien suhteella. Kuvassa 4.3.7 on esitetty vuonna 2010 oikealta kaistalta määritetyt indeksit 32 kN:n ja 50 kN:n kuormitusdataista ja kuvasta havaitaan indeksien olevan käytännössä samat lukuun ottamatta kohdan pl 740 erittäin suuria SCI-indeksejä. Täten pienillä kuormituspulsseilla saatavat indeksit voidaan katsoa vertailukelpoisiksi suurilla kuormituspulsseilla saatujen indeksien kanssa lukuun ottamatta suurilla taipumilla mitattuja SCI-indeksejä. Kuvasta nähdään BDI300–450 ja BDI600–900-indeksien olevan yhtä suuria kuin SCI200-indeksit. Verrattaessa kuvien 4.3.6 ja 4.3.7 indeksien suuruutta keskenään voidaan arvioida vuoden 2010 taipumien olevan melkein puolet pienempiä kuin vuonna 2008.

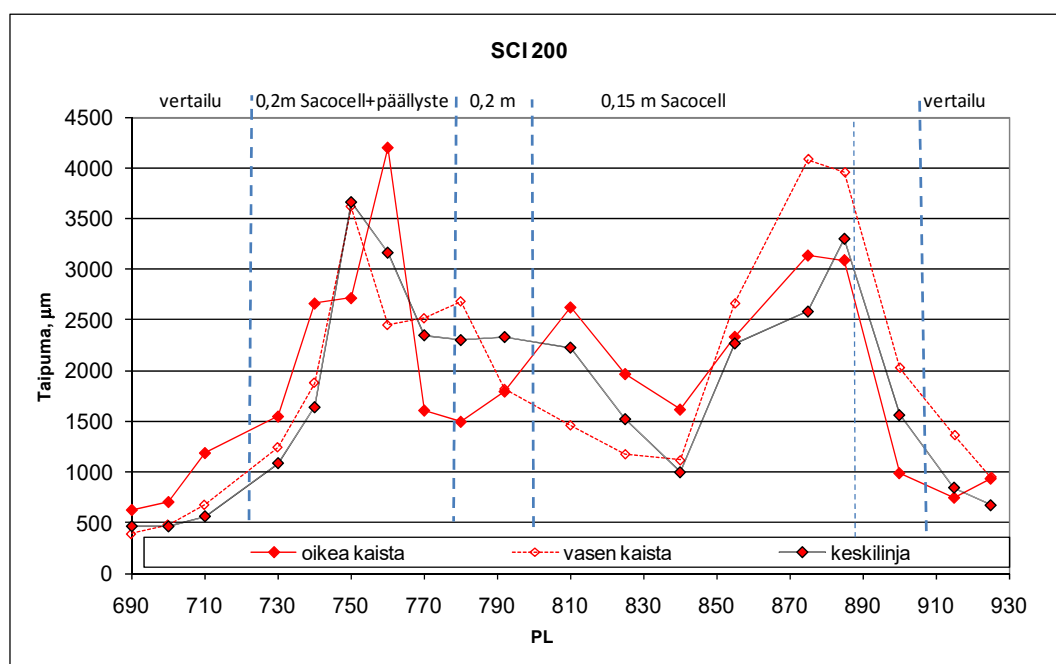


Kuva 4.3.6. Mt 17353 to 2 oikealta kaistalta syksyllä 2008 tehdyistä 25 kN:n kuormituksen PPL-mittauksista määritetyt taipumaindeksit.

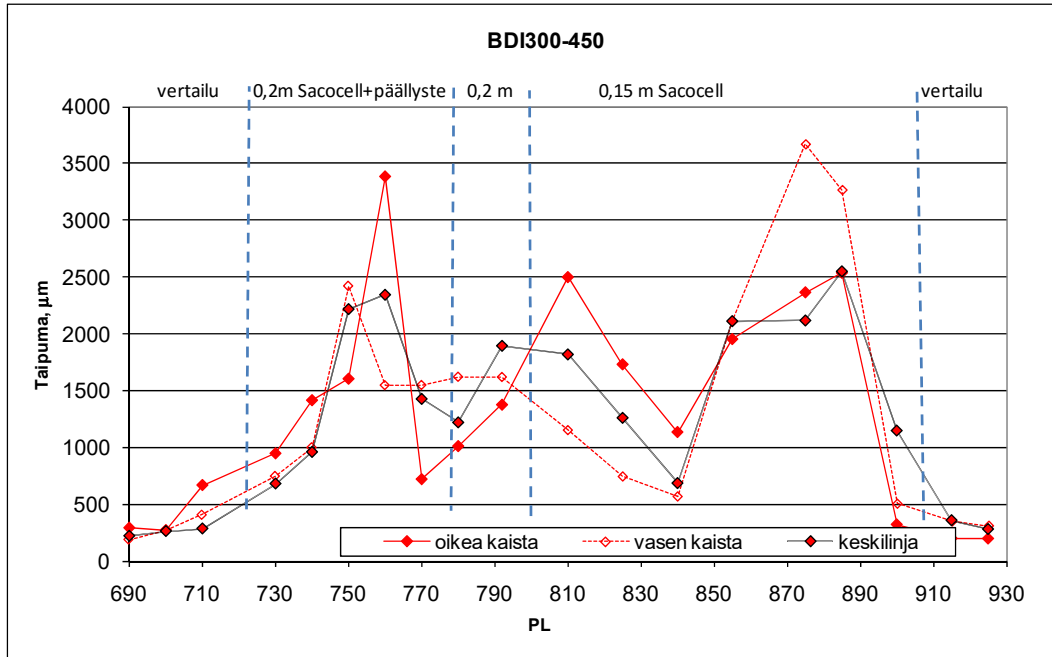


Kuva 4.3.7. Mt 17353 to 2 oikealta kaistalta vuonna 2010 tehdyistä 32 kN ja 50 kN kuormitusten PPL-mittauksista määritetyt taipumaindeksit. Katkoviivalla on esitetty 32kN kuormitus.

Kuvissa 4.3.8 ja 4.3.9 on esitetty vuoden 2008 25 kN:n kuormituksesta määritetyt SCI200- ja BDI300–450-indeksit. Kuvasta 4.3.8 nähdään SCI200-arvojen olleen vuonna 2008 koekohteella 1000–4000 µm, jolloin tien kantavuus olisi ollut erittäin huono ja kuvan 4.3.1 perusteella vuonna 2010 300–1500 µm, mikä tarkoittaa tien kantavuuden vaihtelevan puutteellisesta erittäin huonoon. Kuvasta 4.3.9 nähdään BDI300–450-arvojen olleen vuonna 2008 koekohteella 500–3500 µm ja kuvan 4.3.3 perusteella BDI300–450-arvot olivat vuonna 2010 vastaavasti 300–2000 µm.



Kuva 4.3.8. Mt 17353 to 2 syksyllä 2008 tehdyistä 25 kN:n kuormituksen PPL-mittauksista määritetyt SCI200-indeksit.



Kuva 4.3.9. Mt 17353 to 2 syksyllä 2008 tehdyistä 25 kN:n kuormituksen PPL-mittauksista määritetyt BDI300-450-indeksit.

PPL-mittausten perusteella Louko-Kouran koekohteessa oli pintakelirikon lisäksi ongelmana välillä pl 720–870 erittäin heikko tien alusrakenne ja pohjamaa. Taulukon 1.2.1 erittäin huonon soratien rakenteen kantavuuden raja-arvoihin verrattuna koekohteella SCI200- ja BCI-arvot olivat jopa nelinkertaisia syksyllä 2008. Vuonna 2010 erittäin lämpimän kesän jälkeen SCI-arvot olivat melkein puolet pienempiä kuin lokakuussa 2008. Vuosina 2011 ja 2012 SCI-arvot olivat pääosin hieman suurempia kuin vuonna 2010. Kuvien 4.3.10 ja 4.3.5 perusteella BCI-indekseissä ei ollut merkittäviä eroja vuosien 2008 ja 2010-2012 välillä. Louko-Kouran koekohte on kuitenkin erittäin mielenkiintoinen vertailurakenne erittäin vaativiin olosuhteisiin tehdystä rakenteen parantamisesta. PPL-mittauksissa näkyy erittäin selkeästi kriittisimmät ja myös vaurioituneimmat kohdat.

4.4 Silmämääräiset tarkastukset

4.4.1 Vuosi 2009

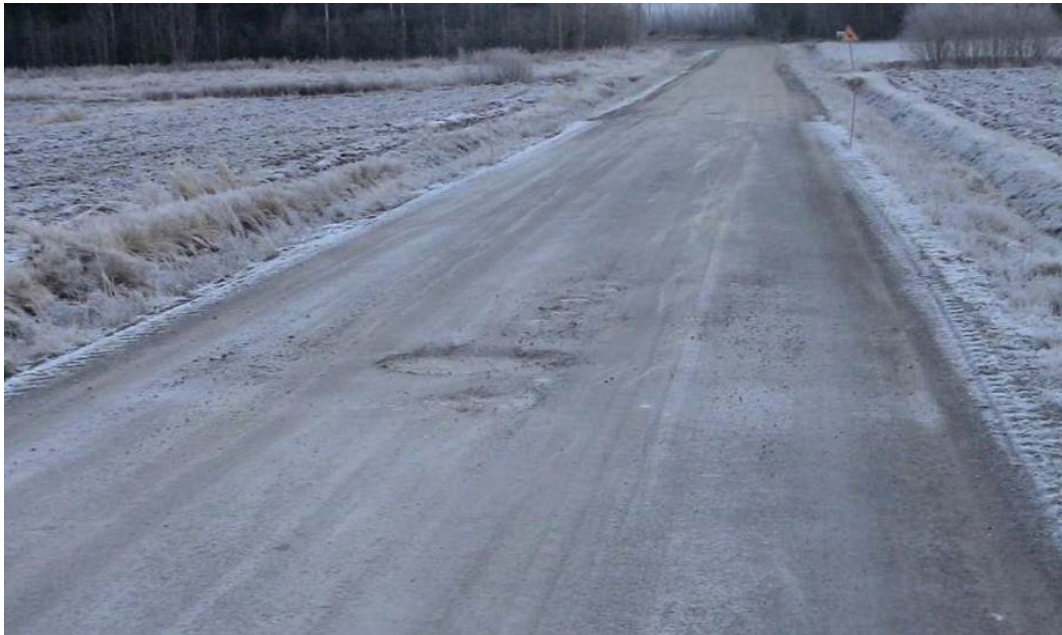
Mt17353 to2 pl 700–950 tarkastettiin visuaalisesti 3.12.2009 painottaen koekohteetta. Ilma oli hieman usvainen ja lämpötila noin -5 °C. Edellisenä päivänä lämpötila oli ollut myös pakkasen puolella, mutta sitä ennen lämpötila oli ollut selkeästi plussan puolella. Koekohteen alueella ojissa ei ollut juurikaan vettä.

Koekohteen ulkopuolisella päällystetyllä alueella (pl 0–700) tie näytti autosta käsin olevan kunnossa. Päällystämättömällä alueella pl 920 kohdalla oli kaarteiden sisäosassa matalaa ja loivapiirteistä aaltoilua (nimismiehen kiharaa).

Koekohteen päällystetyllä alueelta (pl 710–780) tehtiin seuraavat havainnot:

- Sähkölinjan alla kohdassa pl 742–745 tien keskilinjalla oli muutama leveä kuoppa, joista laajin oli halkaisijaltaan tien leveyssuunnassa noin 1 m ja pituussuunnassa noin 0,5 m. Kuopista oli päällyste purkautunut. Kuoppien pohjilla oli hie- man jäätynyttä vettä. (kuva 4.4.1)

- Päällystetyllä alueella kohdalla pl 750–780 aivan tien oikeassa reunassa päällyste oli hieman painunut. Päällysteessä oli tällä kohdalla havaittavissa alkavaa verkkohalkeamaa 5 metrin matkalta ennen päällysteen loppumista.



Kuva 4.4.1. Louko-Kouran koekohteen keskilinjalla välillä pl 742–745 olleet kuopat 3.12.2009.

Koekohteen päällystämättömällä alueelta (pl 780–910) tehtiin seuraavat havainnot:

- Päällysteen loppumisen jälkeen kohdalla pl 784 oli muutamia matalia kuoppia. (kuva 4.4.2)
- Paalun 797 kohdalla tiessä oli oikealla ajouralla kohouma. Kohouma vaikutti tiestä pursuneelta materiaalilta, joka olisi todennäköisesti hyvin pehmeää lämpötilan ollessa yli 0 °C. Kyseisessä kohdassa oli havaittu myös iso kivi koekohteen käsittelyn aikana ja silloin kohtaa ei oltu käsitelty käsittelyaineella noin kahden metrin matkalla.
- Tie vaikutti muuten olevan hyvässä kunnossa. Tiellä oli hyvät sivukaltevuudet, mikä ohjaa sadevedet pääsääntöisesti hyvin ojiin. Tien reunoilla olevat ajourat olivat hieman painuneet.
- Koekohteella oli havaittavissa pitkittäissuuntaista loivaa aaltoa, joka johtunee tien ali menevästä hyvin perustetusta isosta betonirummusta. Betonirummun kohdalla tie on hieman ylempänä kuin tie sen molemmilla puolella.



Kuva 4.4.2. Louko-Kouran koekohteella vasemmalla kaistalla 3.12.2009 kohdassa pl 784 havaitut kuopat juuri ennen päällysteen alkamista.

4.4.2 Vuosi 2010

Vuonna 2010 mt17353 to2 pl 700–950 tarkastettiin visuaalisesti 19.4.2010 painottaen koekohdetta. Aamulla ilma oli pääosin pilvinen, mutta kuiva ja lämpötila noin 0 °C. Yöllä lämpötila oli ollut pakkasen puolella. Koekohteen alueen pelloilta lumi oli sulanut ja ojien pohjalla oli vain hieman vettä.

Koekohteen ulkopuolisella päällystetyllä alueella (pl 0–700) tie näytti autosta käsin olevan kunnossa. Päällystämättömällä alueella pl 907–921 tien keskilinjän lähellä oli pieniä kuoppia noin metrin välein ja pl 920 kohdalta eteenpäin kaarteeseen sisäosassa oli matalaa ja loivapiirteistä aaltoilua (nimismiehen kiharaa).

Koekohteen päällystetyllä alueelta (pl 710–780) tehtiin seuraavat havainnot 19.4.2010:

- Kohdasta pl 730 alkavat pääosin tien keskialueella olevat verkkohalkeamat, jotka jatkuvat päällysteen loppumiskohtaan pl 777 asti. Kuva 4.4.3 näyttää selkeästi, että kyseissä kohdassa tien korkeusasema on painunut.
- Verkkohalkeaman alueella keskilinjalla päällysteen purkautumat alkavat kohdasta pl 735 ja loppuvat kohtaan pl 757 (kuva 4.4.4). Purkautumien kohdalla tie näytti hieman levinneen vasemman puoleiseen ojaan. Kuvasta 4.4.5 nähdään, että pahiten purkautuneissa kohdissa ei ole enää päällystettä ja niistä tien pintaa pursuaa liejuista ja hienorakeista maa-ainesta, joka lienee peräisin pohjamaasta. Pursunut maa-aines oli otetulle näytteelle tehdyn pesuseulonnan perusteella so-
raista hiekkamoreenia, jonka hienoainespitoisuus oli 9 % ja vesipitoisuus 20 %. Näytteen alle 2 mm lajitteen polttohäviö oli lähes 8 % ja siitä arvioiden koko maa-aineksen humuspitoisuus oli noin 4 %.



Kuva 4.4.3. Louko-Kouran koekohde huhtikuussa 2010. Sähkölinjan alla välillä pl 730–757 havaittiin pahimmat vauriot.



Kuva 4.4.4. Louko-Kouran koekohde huhtikuussa 2010. Välillä pl 730–777 havaittiin verkkohalkeamia ja välillä pl 735–757 oli lisäksi päällysteen purkautumista.



Kuva 4.4.5. Louko-Kouran koekohde huhtikuussa 2010. Tien keskilinjalta kohdasta pl 745 pursuavaa eloperäistä maa-ainesta.

Koekohteen päällystämättömällä alueelta (pl 780–910) tehtiin seuraavat havainnot:

- Päällysteen loppumisen jälkeen kohdassa pl 784 kuoppia oli tasattu ja tien keskellä kohdassa pl 783 saattaa iso kivi pyrkiä tienpintaan (kuva 4.4.6)
- Kohdassa pl 797 oli loiva kuoppa oikealla reunalla, josta eteenpäin noin 3 metrin matkalla tien pinta oli pehmeämpää ja hieman alempana. Kyseisessä kohdassa oli havaittu myös iso kivi koekohteen käsittelyn aikana ja silloin kohtaa ei oltu käsitelty käsittelyaineella noin kahden metrin matkalla.
- Kohdassa pl 864 oli viitteitä mahdollisesti alkavasta mode2-urautumista. Ajouriin voinee kertyä vettä sateella, jos urasyvytydet kasvavat.
- Kohdassa pl 904 oli pieni kuoppa
- Päällystämätön osuus koekohteella vaikutti muilta osin olevan hyvässä kunnossa. Tiellä oli hyvät sivukaltevuudet, mikä ohjaa sadevedet pääsääntöisesti ojiin. Tien reunoilla olevat ajourat olivat kuitenkin hieman painuneet (kuva 4.4.7).



Kuva 4.4.6. Louko-Kouran koekohde huhtikuussa 2010 kohdan pl 785 tasattuja kuoppia.



Kuva 4.4.7. Louko-Kouran koekohteen päällystämätön osuus huhtikuussa 2010.

Louko-Kouran koekohteella käytiin 15.11.2010, jolloin oli ollut muutamia suojapäiviä pakkasten jälkeen. Aamulla kohteella oli pientä tihkusadetta ja lämpötila noin 0 °C. Soratieosuudet olivat pääosin lumisia sekä pinnaltaan jäisiä. Päälystetyt osuudet olivat paikoin paljaana. Tehdyt visuaaliset havainnot olivat siten rajoittuneet ja pienten vaurioiden havainnointi ei ollut mahdollista

Koekohteen päälystetyllä alueelta (pl 710–780) päälystämättömällä alueelta (pl 780–910) tehtiin seuraavat havainnot 19.4.2010:

- Kohdassa pl 736–744 tien keskilinjalla sähkölinjan alla oli kolme kuoppaa.
- Päälysteen loppumisen jälkeen pl 784 paikkeilla oli kolme kuoppaa vasemmalla kaistalla.
- Kohdassa pl 851 vasemman kaistan ajourassa oli 0,2–0,5 m leveitä kuoppia reilun metrin matkalla

Koekohteen loputtua kohdassa pl 913 oli oikealla kaistalla havaittavissa kaksi halkaisijaltaan noin 0,5 m kuoppaa sekä lisäksi muutama pienempi kuoppa noin viiden metrin matkalla.

Visuaalisen tarkastuksen yhteydessä juteltiin tiellä useasti liikkuvan henkilön kanssa. Hänen mielestä koekohteen alue oli toiminut muuten hyvin paitsi 20 metrin matkalta ja tiellä muissa kohdissa tehdyt korotukset ovat olleet onnistuneita, mutta jääneet paikotellen liian lyhyiksi.

4.4.3 Vuosi 2011

Vuonna 2011 mt17353 to2 pl 700–950 tarkastettiin visuaalisesti 2.11.2011 painottaen koekohdetta. Ilma oli pilvinen ja kuiva. Ojien pohjalla oli erittäin vähän vettä.

Koekohteen ulkopuolisella päälystetyllä alueella (pl 0–700) tie näytti autosta käsin olevan kunnossa. Vasemmalla kaistalla kohdassa pl 705 oli pieni painuma ja kunnan päälyste loppui kohtaan pl 710. Sorapäälysteisellä osuudella vasemman kaistan kohdassa pl 920–925 sisäkaarteessa oli pieniä kuoppia ja se oli hieman painunut.

Koekohteen päälystetyllä alueelta (pl 710–780) tehtiin seuraavat havainnot 2.11.2011:

- Melkein koko koekohteen päälystetyllä alueella (pl 720–776) oli sen alkuosaa lukuun ottamatta verkkohalkeamaa. Halkeamat olivat kuitenkin suhteellisen pieniä, mutta paikoin tiheitä.
- Pl 727–753 tien vasemman kaistan ajoura oli painunut. Erittäin pahasti se oli painunut välillä pl 731–744 (kuva 4.4.8).
- Pl 729 oikean kaistan keskellä oli kuoppa
- Pl 737–745 keskilinjalta päälyste oli purkautunut ja paikalla oli isoja kuoppia. Tämä sähkölinjan alla oleva paha kohta vaatisi kunnostusta. Kohdan yli ajettaessa ”pohja” tuntui pehmeältä. (kuva 4.4.8)
- Pl 739–756 oikea kaistan reuna oli pettänyt jonkun verran



Kuva 4.4.8. Louko-Kouran koekohteen pahimmat vauriot 2.11.2011 olivat vasemmalla kaistalla ja keskilinjalla välillä pl 730–745.

Koekohteen sorapäälysteinen osa (pl 780–910) vaikutti hyvältä, mutta kallistukset vaikuttivat pienemmiltä kuin vuotta aiemmin. Alueelta tehtiin seuraavat havainnot:

- Pl 780–784 oli matalia kuoppia harvakseltaan melkein koko tien leveydeltä (kuva 4.4.9)
- Pl 796 tien oikeassa reunassa oli iso kivi tien pinnan tasossa
- Pl 819 oli havaittavissa aavistus urautumista noin 2 metrin matkalla
- Pl 850 oli matalia kuoppia, joiden halkaisijan oli noin 30 cm.
- Pl 873–895 oli urautumisen alkua, joka saattaa estää veden kulkeutumista ojaan



Kuva 4.4.9. Louko-Kouran koekohteen päällystämättömällä osalla oli matalia kuoppia välillä pl 780–784 marraskuussa 2011.

4.4.4 Vuosi 2012

Keväällä 3.5.2012 mt17353 to2 pl 700–950 tarkastettiin visuaalisesti painottaen koekohdetta. Ilma oli pilvinen ja kuiva. Ojien pohjalla oli erittäin vähän vettä.

Koekohteen ulkopuolisella päällystetyllä alueella (pl 0–700) tie näytti autosta käsin olevan pääosin kunnossa, mutta paikoitellen oli selkeitä pituushalkeamia nähtävissä. Väleillä pl 648–678 ja pl 688–704 oli pääosin keskilinjalla pituushalkeamia sekä välillä pl 688–704 oikealla kaistalla myös hieman uraa (kuva 4.4.10). Lisäksi kohdassa pl 685 oli poikkihalkeama. Sorapäällysteisellä osuudella vasemman kaistan sisäkaarteessa kohdassa pl 920–925 oli pientä nimismiehen kiharaa ja hieman painumaa.



Kuva 4.4.10. Louko-Kouran koekohteen ulkopuolelta päällyste vaurioita välillä pl 688–704 toukokuussa 2012.

Koekohteen päällystetty alue (pl 710–780) oli melkein kokonaan verkkohalkeamilla pahimman kohdan ollessa välillä pl 728–752. Sähkölinjan alla välillä pl 737–745 oli pahin kohta, jossa oli tasattuja kuoppia ja päällyste purkautunut sekä lisäksi ajokaistojen reuna-alueet olivat pettäneet ja tien pinta oli painunut erittäin pahasti. Painumiin keräytyneen vettä tien reunapenkereen jäädessä korkeammalle kuin painuneet kohdat. Kuvassa 4.4.11 on esitetty pahiten vaurioitunutta päällystettyä osuutta.



Kuva 4.4.11. Louko-Kouran koekohteen vaurioituneinta aluetta 3.5.2012 välillä pl 720–750.

Koekohteen sorapäälysteisen osan (pl 780–910) kunto vaikutti hyvältä, mutta huonommalta kuin 2.11.2011 tehdyssä tarkastuksessa. Alueelta tehtiin seuraavat havainnot:

- Pl 783, jossa päällystetty osuus loppuu, keskilinjalla oli pituushalkeilua ja kuoppia melkein koko tien leveydeltä (kuva 4.4.12)
- Pl 792 oikean kaistan pinta oli mahdollisesti halkeillut kuormituksesta tai kuivumiskutistuma oli aiheuttanut halkeamia tien pintaan
- Pl 801 oikean kaistan pinnalle oli pursunut liejua tiepohjasta tai sitä oli kulkeutunut muualta.
- Pl 844 vasemmalla kaistalla oli pieni kuoppa
- Pl 862–870 tien harjanne oli ehkä kohonnut. Kohdassa on voinut tien keskilinjaa läpi purkautua alempien kerrosten materiaalia tai sen kaltainen tilanne on saattanut käydä lähellä. Tien keskilinjalla oli ohutta verkkohalkeilua. Oikealla kaistalla oli myös reunapalletta
- Pl 880–890 vasen kaista oli aavistuksen painunut
- Pl 907–916 oikealla kaistalla oli pieniä kuoppia harvakseltaan



Kuva 4.4.12. Louko-Kouran koekohteen päällystetyn ja päällystämättömän osan rajakohtaa sekä halkeilua sorapäälysteisen osan keskilinjalla 3.5.2012.

Syksyllä 12.10.2012 koekohteella mt17353 to2 pl 700–950 käytiin ilman ollessa pilvinen. Ajoittain satoi hieman. Ojien pohjilla oli vettä ja ne peittyivät kasvillisuudesta.

Koekohteen ulkopuolisella päällystetyllä alueella (pl 0–700) tie näytti autosta käsin olevan kunnossa ja keväällä näkyvissä olleita pituushalkeamia ei juurikaan nähnyt.

Koealueen päällystetyllä osuudella merkittäviä muutoksi kevääseen verrattuna ei ollut. Päällysteen purkautuminen oli kuitenkin edennyt erityisesti vasemmalla kaistalla välillä pl 725–740 (kuva 4.4.13).



Kuva 4.4.13. Louko-Kouran koekohteen päällysteen purkautumia ja reikiä vasemalla kaistalla ja keskilinjalla sekä tiheätä verkkohalkeilua oikealla kaistalla 12.10.2012.

Tien mt17353 päällystämättömät osuudet ja samalla myös koealue olivat mitä suurimmalla todennäköisyydellä sorastettu suurimmaksi osaksi syksyllä 2012 hieman ennen koekohteella käyntiä. Täten sorapäällysteisten osuuksien pinnalta koealueella ja sen vieressä ei juuri havaittu vaurioita. Tosin oikealla kaistalla välillä pl 900–920 oli pieniä kuoppia. Koealueella soratien pinnassa oli paikoin runsaasti kosteutta ja vaikutti siltä, että uusi sorastuskerros saattaisi plastisoitua kosteiden kelien jatkuessa. Kuvassa 4.4.14 on esitetty koekohteen soratietä paalulta pl 920 pienevän paalulukeman suuntaan.



Kuva 4.4.14. Louko-Kouran koekohdetta paalulta 920 pienevään suuntaan 12.10.2012.

4.4.5 Vuosi 2013

Kevään ja syksyn käynneillä 13.5. ja 30.10.2013 havaittiin, että Louko-Koura -tien alueella olevien peltojen pääojia oli syvennetty kesällä 2013, joka vaikuttanee positiivisesti tien kuivatukseen (kuva 4.4.15).

Kevään käynnillä koekohteen soraosuus oli hyvässä kunnossa, mutta se oli todennäköisesti sorastettu hiljattain (kuva 4.4.16). Syksyn käynnillä soraosuudella havaittiin erityisesti keskilinjalla yksittäisiä kuoppia sekä tien pinnan kosteuskäyttäytymistä, joka saattaa johtaa tien pinnan plastisoitumiseen (kuva 4.4.17). Koekohteen ohuesti päällystetyllä osuudella vauriot olivat pääosin entisellään, mutta eivät käyntipäivänä vaikuttaneet ajattavuuteen yhtä paljon kuin aiemmin. Merkittävin vauriolisäys aiempaan oli kohtaan pl 727 oikealle kaistalle muodostunut reikä ja päällysteen pieni purkautuma (kuva 4.4.18).

Merkittävin silmin nähtävä muutos oli koekohteen ulkopuolella välillä pl 660–710 keskilinjalle muodostuneet pituushalkeamat ja vasemman kaistan ajouralla alkaneet verkko-halkeamat sekä pieni urautuminen johtuen todennäköisesti tien reuna-alueen heikosta kantavuudesta (kuva 14.4.19). Myös oikean kaistan ajouralla oli havaittavissa erittäin ohutta halkeilua päällysteessä. Lisäksi kohdassa pl 675 oli poikkihalkeama melkein koko tien poikki. Vauriot eivät olleet syksyn käynnillä yhtä selkeästi havaittavissa kuin keväällä.



Kuva 4.4.15. Mt 17353 to2 koekohteen ali virtaavan ojan oli syvennetty 2013.
Kuva otettu 13.5.2013.



Kuva 4.4.16. Mt 17353 to2 koekohteen soraosuus 13.5.2013.



Kuva 4.4.17. Mt 17353 to2 koekohteen soraosuus 30.10.2013.



Kuva 4.4.18. Ohuesti päällystetyn osuuden keskellä pahiten vaurioitunut kohta ja vasemmassa reunassa uusi reikä päällysteessä 13.5.2013.



Kuva 4.4.19. Mt 17353 to2 koekohteen ulkopuolelle muodostuneita vaurioita 13.5.2013.

4.4.6 Vuosi 2014

Louko-Koura -koekohteen tien ali kulkeneen betonirummun viereen oli keväällä asennettu muovirumpu. Koekohteen kunnossa ei havaittu merkittäviä muutoksi aikaisempiin käynteihin verrattuna.

Kevään käynnillä 16.4.2014 koekohteen soraosuus oli hyvässä kunnossa. Päälystetty osuus oli pahasti vaurioitunut, mutta vaikutti paremmalta ajettavalta kuin aikaisempina keväinä. Edellisen vuoden keväällä havaitut koekohteen ulkopuolisen päälystetyn tiepinnan pitkät pituushalkeamat olivat pidentyneet (kuva 4.4.20).



Kuva 4.4.20. Mt17353 to2 koealan ulkopuolista osuutta 16.4.2014.

Syksyn käynnillä 15.10.2014 soraosuudella havaittiin erityisesti keskilinjalla yksittäisiä matalia kuoppia. Kohdassa pl 769 aiemminkin havaittu iso kivi oli noussut selkeästi tien pintaan ja sen pintaa oli näkyvillä 0,5 m pituudelta. Soraosuudella oli suhteellisen pitkällä matkalla reunapalletta erityisesti tien vasemmalla reunalla (kuva 4.4.21). Koekohteen ohuesti päällystetyllä osuudella vauriot olivat pääosin entisellään, mutta pahemman näköisiä verrattuna kevääseen. Muutamat terävähköt kuopat ovat syntyneet päällysteen purkautumisesta ja pahiten vaurioituneella alueella vesi ei pääse valumaan tien sivulta ojiin (kuva 4.4.22).



Kuva 4.4.21. Mt17353 to2 koealan reunapalletta 15.10.2014. Kuva otettu pienenevän paalulukeman suuntaan.



Kuva 4.4.22. Mt17353 to2 koealan pahiten vaurioitunutta kohtaa 15.10.2014.

Syksyllä 2014 silmämääräisesti arvioiden koekohteen ulkopuolella päällystetyllä alueella keskilinjalle muodostuneet pituushalkeamat ja vasemman ja oikean kaistan ajourien vauriot olivat edenneet selkeämmiksi edellisestä vuodesta ja vuoden keväästä 2014 ja ne ulottuivat melko yhtenäisesti suoran päässä olevaan mutkaan asti.

4.4.7 Vuosi 2015

Tielle pt 17353 to 2 paaluvälille 710–910 rakennetulle koekohteelle tehtiin silmämääräinen arviointi keväällä 28.4.2015. Todennäköistä on, että koko tie oli sorastettu 27.4.2015, jonka takia koekohteen soraosuus oli kunnossa (kuva 4.4.23). Syksyllä 3.11.2015 tehdyn silmämääräisen arvion mukaan koekohteen soraosuus ei eronnut tien muista soraosuuksista. Koekohteen alueella paaluvälillä 855 - 863 keskilinja oli koholla ja siihen oli muodostunut kuoppia. Oikealla kaistalla paalusta 840 eteenpäin koealueen alkupuolelle aina paalulle 920 asti oleva reunapalle esti veden virtausta ojaan.



Kuva 4.4.23. Mt17353 to2 koealaa sorastettuna keväällä 28.4.2015. Kuva otettu pienenevän paalulukeman suuntaan.

Koekohteen päällystetyllä alueella koekohteen vauriot eivät olleet juuri muuttuneet talven aikana. Päällystetyllä alueella sähkötolpan kohta oli edelleen koekohteen huonoin kohta ja koko tie välillä pl 730–750 oli painunut ja levinnyt. Ojassa makaava vesi jää tässä kohdassa lähelle tien pintaa. Tästä kohdasta soraosuuden alkuun asti päällyste oli kokonaan verkkohalkeamilla.

Syksyllä 3.11.2015 havaittiin, että vasemman kaistan penger oli pettänyt paaluvälillä 724–765 ja tie pinta oli kauttaaltaan deformatunut. Samalla paaluvälillä oli todennäköisesti tien molemmista reunoista työnnetty reunapalletta ojaan, jotta vesi poistuisi tieltä. Koekohteen alueelta kirjattiin 3.11.2015 käynniltä seuraavat tarkemmat havainnot:

- Pl 666–693 oikealla kaistalla pituushalkeamia
- Pl 666–674 tien vasemmasta reunasta oikealle kaistalle poikkihalkeamia
- Pl 670–693 keskilinjalla pituushalkeamia
- Pl 676–693 vasemmalla kaistalla pituushalkeamia
- Pl 693–724 keskilinja sekä oikean ja vasemman kaistan urat verkkohalkeamilla
- Pl 724–765 tien pinta kauttaaltaan deformatunut ja päällystetty oli paikattu (kuva 4.4.24)
- Pl 725–765 tie vasemman reunan penger pettänyt, reunapalletta todennäköisesti työnnetty ojaan tien molemmiin puolin, jotta vesi poistuisi tieltä

- Pl 747–759 oikealla kaistalla päällyste irronnut ja hävinnyt 1 m leveydeltä tien reunasta (kuva 4.4.25)
- Pl 767–784 oikealla kaistalla kuoppia
- Pl 777 vasemmalla kaistalla kuoppa
- Pl 840–920 reunapalletta, joka estää veden virtausta ojaan (kuva 4.4.26)
- Pl 839–847 keskilinja koholla ja kuoppia
- Pl 835–845 oikealla kaistalla matalaa uraa ja kuoppia
- Pl 874 keskilinjalla kuoppa
- Pl 906 keskilinjalla isohko kuoppa
- Pl 918–915 oikealla kaistalla kaksi kuoppaa



Kuva 4.4.24. Mt17353 to2 koealan pahinten vaurioitunutta kohtaa 3.11.2015.



Kuva 4.4.25. Mt17353 to2 koealan päällystetyn alueen oikean kaistan reunasta 1 metrin leveydeltä oli irronnut päällystettä 1 metrin leveydeltä. Kuva otettu 3.11.2015.



Kuva 4.4.26. Mt17353 to2 koealan sorastettua osuutta 3.11.2015, jossa reunapalle estää veden virtausta ojaan. Kuva otettu pienenevän paalulukeman suuntaan.

4.5 Johtopäätökset Louko-Kouran koekohteesta

Koekohteen peltoalueella kantavuus on heikko tai erittäin heikko, joka johtunee pääosin tien kantavan kerroksen alapuolisista erittäin heikoista rakenteista ja/tai pohjamaasta. Kantavuus oli kuitenkin syksyinä 2010–2012 parempi kuin loppusyksynä 2008. Vuosina 2010–2012 kantavuusmittauksissa ei ole havaittu muutostrendiä. Koekohteen vaurioituneimmassa kohdassa (sähkölínjan alapuolella) oli selkeästi heikoin pohjamaa tai alusrakenne, jolloin pohjamaa tai tien alusrakenne on dominoiva tekijä kohdan vaurioitumisessa. Täten 0,2 m paksuinen käsitelty kerros, joka ei ollut tiivistynyt riittävästi heikolla pohjamaalla, ei ole ollut riittävä estämään vaurioiden muodostumista.

Koekohteen loppupäässä pohjamaa muuttuneen moreeniksi, jossa on isoja kiviä, jolloin kova pohja tai jopa kallio saattaa olla lähellä tien pintaa pellon loppuessa. Kovemalla pohjamaalla koekohteen tilanne on vaikuttanut hyvältä. Päälystämättömällä alueella ei liene esiintynyt keväisin pintakelirikkoa. Tosin syksyllä 2012 ja keväällä 2015 koekohteen aluetta on todennäköisesti sorastettu ja vuonna 2015 koekohteen alueen kulutuskerroksen onkin arvioitu olevan samaa materiaalia kuin muualla tiellä. Koekohteen seurannan aikana havaittiin vuonna 2013, että koekohteen ympärillä olevien peltöjen pääojia oli syvennetty. Vuonna 2014 koekohteella tien ali kulkevan betonirummun viereen oli asennettu muovirumpu. Koekohteen sorapintaisella osuudella havaittiin vuonna 2015 oikealla kaistalla paaluluvusta 840 eteenpäin koealueen alkupuolelle aina paalulle 920 asti oleva reunapalle, joka estää veden virtausta ojaan.

Melko aikaisessa vaiheessa päällystetyn alueen heikoimmaksi kohdaksi osoittautui sähkölínjan alla oleva alue. Vuonna 2015 väli (pl 724–765) oli kokonaan deformatunut ja päällystettä oli paikattu. Kohdassa tien pinta on lisäksi vajonnut tasaisesti alemmaksi ja reunoihin syntyneitä reunapalleteja oli todennäköisesti työnnetty ojaan kummaltakin reunalta. Lähitulevaisuudessa päällystetyn alueen vauriot on korjattava. Kohdassa saat-
taisi riittää 0,1–0,15 m syvyyteen tehtävä sekoitusjyrsintä yhdessä hyvän muotoilun ja tiivistyksen sekä korotuksen kanssa, jotka olisi tehtävä mieluiten alkukesästä. Tällöin kohta palautuisi soratieksi. Mikäli kohta on tarkoitus pitää päällystettynä, rakenne vaati-

si raskaamman korjausrakenteen. Hyvä ratkaisu voisi olla suodatinkangas ja lujiteverkko tai kaksinkertainen lujiteverkko tai teräsverkko. Ratkaisuissa tierakenteen pinta korottuisi nykyistä korkeammaksi, mikä vähentää tiepenkereen yläosan vesirasitusta. Rakenteiden hyvää tiiviyttä huonosti kantavalla pohjamaalla on kuitenkin hankala saavuttaa.

Koekohteella visuaalisten arvioiden tekemistä voisi jatkaa. Lisäksi vaurioituneimmasta kohdasta olisi ennen rakenteen korjaamista selvitettävä maalajit eri syvyyksiltä. Visuaalisten arvioiden yhteydessä ainakin yhtenä keväänä voisi soveltuvista kohdista tehdä myös DCP-mittauksia kerrosten jäykkyyden arvioimiseksi yhden metrin syvyyteen saakka erityisesti väliltä pl 720–760. PPL-mittausten tekemistä suositellaan tehtäväksi koekohteen korjaamisen jälkeen

Louko-Kouran koekohde on tuottanut mielenkiintoista tietoa. Erittäin pehmeällä alustalla käsitellyn kerroksen tiivistäminen ei onnistu riittävästi hyvän lopputuloksen saamiseksi, jolloin käsiteltävää kerroksen paksuutta olisi lisättävä. Toisaalta tällöin käsittely ulottuisi kantavan kerroksen ulkopuolelle ja saattaisi heikentää käsittelyn lopputulosta. Kovemalla pohjamaalla hyvin tiivistyneenä hydrofobinen käsittelyaine näyttäisi estäneen kelirikkaa. Hydrofobinen käsittelyaine näyttäisi Louko-Kouran koekohteen perusteella sopivan pintakelirikon ehkäisemiseen, kun teillä on riittävä sivukaltevuus. Johtopäätösten tekemistä vaikeuttaa kuitenkin päällystämättömälle alueelle muutaman kerran tehdyt kulutuskerrosmateriaalien levitykset.

5 Laihia, Havinneva–Tainuskylä, mt 17429 to1 pl 2450–3000, rakennettu 2009

5.1 Yleistä

5.1.1 Sijainti ja ennakkokokeet

Tie 17429 (Havinneva–Tainuskylä) sijaitsee Laihian eteläosassa Vaasan tiepiirissä. Koekohde sijaitsee paaluvälillä 2450–3000 soisella alueella ja kallion pinta voi paikoin nousta lähelle maanpintaa. (Sjöberg 2010)

Tien pintaosasta otettiin näytteitä neljästä kohtaa 15.6.2009, joista pl 2750 osui lopulta varsinaisen koekohteen alueelle. Näytteistä ja niille tehdyistä ennakkokokeista on tarkempaa tietoa Maria Sjöbergin diplomityössä ”Rakenteen parantaminen hydrofobisella käsittelyaineella”.

Tieltä tehtiin mittauksia Troxler- ja DCP-laitteella lämpimänä ja aurinkoisena kesäpäivänä 23.6.2009. Mittauksen aikana tierakenne ja ojat olivat kuivat. Troxler-laitteella mitattiin tierakenteen pintaosaa 250 mm syvyyteen asti väliltä pl 1700–2800 ja kuivairtotiheydeksi saatiin 2,2–2,3 Mg/m³ ja vesipitoisuuksiksi 2,6–4,2 %. DCP-laitteella määritettiin paalulla 2700 kulutuskerroksen syvyydeksi 0–200 mm ja E-moduuliksi noin 600 MPa sekä kantavan kerroksen syvyydeksi 200–350 mm ja E-moduuliksi 350 MPa. Kantavan kerroksen alla syvyydellä 350–700 mm E-moduuliksi arvioitiin 50 MPa ja syvyydellä 700–800 mm E-moduuliksi arvioitiin 185 MPa.



Kuva 5.1.1. Havinneva–Tainuskylän koekohde 23.6.2009. (kuva Maria Sjöberg)

5.1.2 Rakentaminen 6.8.2009

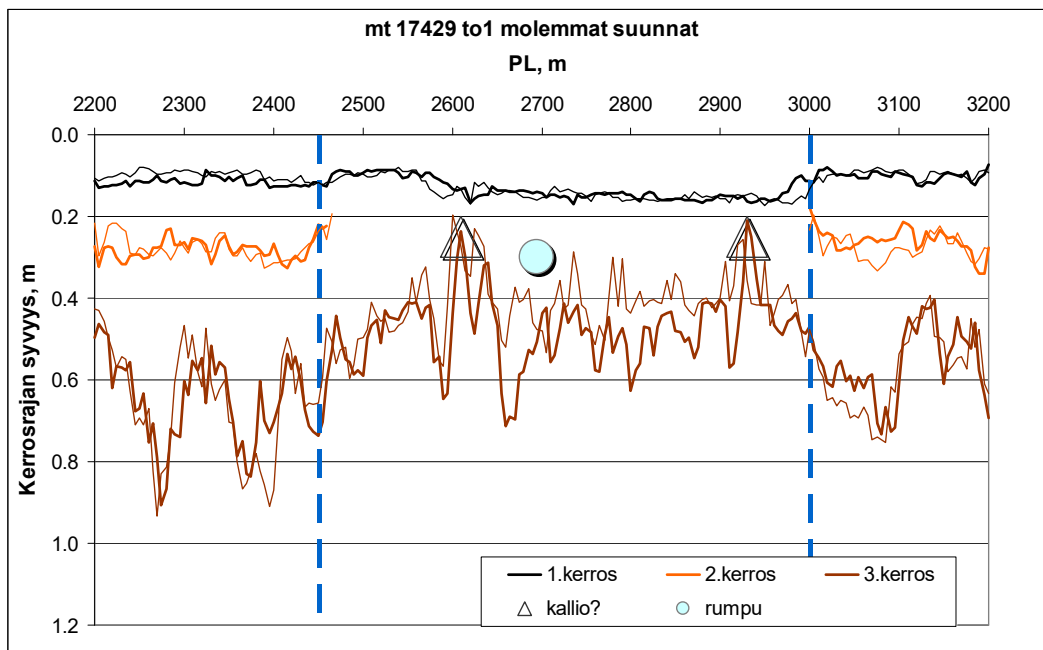
Sekoitustyö tehtiin 6.8.2009 kauniina lämpimänä kesäpäivänä. Käsittelyaineen Sacocell KN10/35 sekoitus- ja tiivistyksen jälkeen koekohteella määritettiin Troxler-laitteella tilavuuspainot 50 mm ja 100 mm syvyyksiltä tien molemmilta kaistoilta kahdesta kohtaa. Mittauspisteitä oli yhteensä 22 kpl. Troxler-mittausten perusteella kuivairtotiheydet olivat 2,11–2,21 Mg/m³ keskiarvon ollessa 2,17 Mg/m³.

Sekoitus- ja tiivistystyön jälkeen 6.8.2009 tien pinta vaikutti tasaiselta ja hyvältä. Tien sivukallistukset näyttivät sopivilta. Reunapalteiden poistaminen tiivistyön jäljiltä oli tarkoitus tehdä myöhemmin. Muutamissa kohdissa tien pintaan oli noussut karkearakeisempia kiviä.

5.2 Maatutkamittaus

Koekohde mitattiin maatutkalaitteistolla 2.11.2009. Kuvassa 5.2.1 on esitetty maatutkalla määritetyt kerrosrajat. Maatutkatulkinnan perusteella käsitelty kerros on ollut 0,15 m välillä pl 2600–3000 ja välillä pl 2450–2590 pääsääntöisesti 0,10 m. Kuvista havaitaan hyvin koalueen kummallekin puolelle korotuksena rakennettu 0,2 m paksuinen kantava kerros ja 0,1 m kulutuskerros.

Maatutkamittauksen yhteydessä otetusta videokuvasta havaittiin, että tiellä 17429 to1 oli ainoastaan koekohteen alueen ojissa runsaasti vettä. Muualla ojissa ei juuri ollut vettä. Kuvista 5.2.2 ja 5.2.3, jotka on otettu paaluilta 2650 ja 2950 nähdään veden pinnan tason olleen aika lähellä tien pintaa. Kuvista havaitaan myös urautumisen alkaneen erityisesti kohdan pl 2950–3000 oikealla kaistalla. Muutamia kuoppia lukuun ottamatta tien pinta vaikutti videokuvan perusteella suhteellisen tasaiselta.



Kuva 5.2.1. Mt 17429 to 1 syksyllä 2.11.2009 maatutkalla määritetyt kerrosrajat. Ohuempi viiva on vasemmalta kaistalta mitattu kerrospaksuus



Kuva 5.2.2. Mt 17429 to 1 syksyllä 2.11.2009 tehdyn maatutkamittauksen aikana otetusta videosta otettu kuva paalulta 2650 ajosuuntaan 1. (Videokuva Roadscanners Oy)



Kuva 5.2.3. Mt 17429 to 1 syksyllä 2.11.2009 tehdyn maatutkamittauksen aikana otetusta videosta otettu kuva paalulta 2950 ajosuuntaan 1. (Videokuva Roadscanners Oy)

5.3 PPL-mittaukset

Vuonna 2009 ei ehditty tekemään PPL-mittauksia ennen pakkasten alkamista. Vuodelle 2010 ei enää ohjelmoitu PPL-mittauksia, koska saatiin tieto, että koekohteen alueelle tehdään uusi korjausrakenne elokuun jälkeen.

5.4 Silmämääräiset tarkastukset

5.4.1 Vuosi 2009

Vuonna 2009 mt17429 to1 pl 2400–3100 tarkastettiin 3.12.2009 visuaalisesti. Tarkastuspäivänä ilma oli hieman usvainen ja lämpötila oli noin -5 °C. Myös edellisenä päivänä lämpötila oli ollut pakkasen puolella, mutta sitä edeltävinä päivinä lämpötila oli ollut selkeästi plussan puolella. Tien pinta lienee tasoitettu ja lanattu kevyesti 3–4 päivää ennen tarkastuspäivää, koska tiessä ei ollut niin selkeätä urautumista ja suuria kuoppia kuin 25. ja 29.11.2009 oli havaittu (kuva 5.4.1). Marraskuun lopulla koekohteella tien pinnan oli havaittu olleen liukas ja pehmeä. Marraskuun lopulla koekohteen lähiympäristössä jokien pinnat olivat hyvin korkealla runsaiden sateiden johdosta.



Kuva 5.4.1. Mt 17429 to 1 syksyllä 25.11.2009 otettu kuva paalulta 2900 ajosuuntaan 2. (Kuva Hannu Peltoniemi)

Koekohteen ulkopuolisella alueella ojissa ei ollut juurikaan vettä. Koekohteen molemmilla puolilla (pl 1000–2500 ja pl 3050–3200) tien sivukaadot olivat kunnossa sekä tien pinta oli ehjä ja hyväkuntoinen. Tiellä oli vain harvakseltaan pieniä kuoppia.

Koekohteen alueella ojissa oli melkein koko pituudelta runsaasti vettä kummallakin puolella. Pahimmissa kohdissa veden pinta ojassa oli arviolta noin 0,25 m etäisyydellä tien pinnasta (kuva 5.4.2). Kohdassa pl 2590–2670, jossa tie nousee ja ojissa ei ollut vettä, tien kunto oli selkeästi parempi. Koekohteen alueella melkein jokainen puhelin- tai sähköpylväs esti veden virtausta oikean puoleisessa ojassa. Näin ojaan oli muodostunut eräänlaisia patoaltaita (kuva 5.4.3).



Kuva 5.4.2. Mt 17429 to 1 syksyllä 3.12.2009 otettu kuva paalulta 2850 ajosuuntaan 2.



Kuva 5.4.3. Mt 17429 to 1 syksyllä 3.12.2009 puhelinpylväs patoaa vettä ojassa.

Ojissa oli eniten vettä seuraavissa kohdissa:

- Pl 2477 pylväs patosi vettä
- Pl 2527–2570, erityisesti kohdassa pl 2540, tie oli urautunut ja näytti aiemmin olleen pehmentynyt. Lisäksi kohdassa pl 2565 on todennäköisesti siltistä pohjamaata tai tien alusrakennetta, joka näyttäisi levinneen hieman ojaan. Paalulla 2527 pylväs patosi vettä.
- Pl 2673–2725 havaittiin voimakasta urautumista ja vettä oli runsaasti ojassa. Kohdassa pl 2695 tien ali menee muoviputki, jonka oikeanpuoleinen reuna sojotti hieman ylöspäin ollen ilmassa. Vaikutti siltä, että putki olisi painunut oikean kaistan puolella alaspäin. Vasemman puoleisessa ojassa putken pää oli vedessä,

mutta silmämääräisesti putki näytti viettävän tien keskiosaa kohden. Lisäksi paalulla 2673 puhelinpylväs patosi erittäin tehokkaasti vettä, mutta sen poistaminen ei yksin auttaisi, koska paalulla 2664 on todennäköisesti ojan pohjalla kallio, joka todennäköisesti patoaisi veden kuitenkin lähes samalle tasolle (kuva 5.4.4).

- Pl 2750–2825 oli vettä runsaasti oikean puoleisessa ojassa, mutta vasemman puoleisessa vähemmän. Paalulla 2750 puhelinpylväs patosi ojaan paljon vettä ja paalulla 2800 tien urautuminen vaikutti suurimmilta.
- Pl 2905 veden pinta oli oikean puoleisessa ojassa korkealla ja tien urautuminen oli voimakkaampaa sekä tiellä oli kuoppia. Tie vaikutti levinneen oikealta reunalta ojaan. Pylväs patosi vettä paalulla 2877.
- Pl 3050–3075 tie vaikutti leventyneen ojiin arviolta 0,5 m kummaltakin reunalta



Kuva 5.4.4. Mt 17429 to 1 syksyllä 3.12.2009 otettu kuva paalulta 2750 ajosuuntaan 2.

Tien pinnan sivukaltevuus vaikutti 3.12.2009 olleen liian loiva, jotta vesi virtaisi varmuudella tien pinnalta ojaan jäämättä makaamaan tielle.

Tien vasemmalla puolella paalulla 2993 olevan liittymän putki oli toisesta päästä melkein kokonaan soran peitossa. Putken päästä poistettiin sora, mutta sillä ei ollut käytännön merkitystä vallitsevaan virtaukseen. Tien oikealla puolella paalulla 2970 oleva liittymä voi jakaa virtauksen kohdaltaan kahteen suuntaan. Liittymän ali kulkee rumpu, joka on kuitenkin korkealla ja todennäköisesti ohjaa veden suurenevan paaluluvun suuntaan ojien olleessa täynnä vettä.

Useimpien pylväiden kohdalla olevia esteitä poistettiin ja muutama korkeampi ojassa oleva veden virtausta estävä pykälä poistettiin. Tehdyt parannukset olivat kapeita lapiolla ja rautakangella tehtyinä, mutta alensivat väleillä pl 2730–2950 ja pl 2477–2580 vedenpinnan korkeutta ojissa arviolta 0,1–0,2 m tien pintaa nähden. Kuvassa 5.4.5 on esitetty vedenpinnan alenemaa veden edelleen poistuessa puhelinpylvään aiemmin patoamasta kohdasta. Ennen pienen uoman aukaisemista vedenpinta oli jäänpinnan tasolla.



Kuva 5.4.5. Puhelinpylvään kohdan patoamisen puhkaisemisen vaikutusta.

Jotta tie toimisi tulevaisuudessa koekohteen osuudella, niin ojituksen kuntoon saattamiseksi suositeltiin vuoden 2009 havaintojen perusteella seuraavia toimenpiteitä:

- Kohdasta pl 2664 olisi kalliota tai irtolohkareita räjäytettävä pieneltä matkalta ojan syventämiseksi (ehkä 0,3–0,5 m). Kallioesteiden poistamisella saadaan kuivatus kulkemaan. Samalla vesi olisi saatava virtaamaan puhelinpylvään ohi kohdalla pl 2675. Jos tien ali kulkeva putki kohdassa pl 2695 asettuu riittävään kaatoon vasemmalta reunalta oikealle, saadaan vasemman puolen kuivatustakin parannettua. Toimenpiteiden vaikutuksesta vesi virtaisi paalulta 2960 liittymään pl 2450 asti.
- Kohdassa pl 2990–3050 olevan vesialtaan syntymisen estämiseksi olisi tehtävä huomattavasti kalliimpi ojitus (räjäytystä jne.), jotta vesi saataisiin virtaamaan kohdassa pl 3300–3400 tien ali virtaavaan jokeen. Tämä voi olla vaikeata ja kallista, koska virtauksen aikaansaamiseksi oja tulisi tietyiltä kohdilta todennäköisesti aika syväksi.
- Puhelinpylväiden poistamista olisi joudutettava ja ojitus siten saatava kuntoon. Toinen mahdollinen tapa saada oja kuntoon on, että oja kiertää pylväät.

5.4.2 Vuosi 2010

Koekohde mt17429 to1 pl 2400–3100 tarkastettiin visuaalisesti 19.4.2010. Tarkastuspäivänä ilma oli puolipilvinen. Koekohteella oli vaikeuksia saada vakaa gps-yhteys, jolloin määritetyt paalulukemat olivat tavallista epätarkempia. Koekohteen ulkopuolisella alueella ojien pohjalla oli vähän lunta. Tien sivukaadot koekohteen molemmilla puolilla olivat kunnossa ja tien pinta oli myös pääosin ehjä ja hyväkuntoinen. Tiellä oli kuitenkin yksittäisiä kuoppaisia kohtia harvakseltaan.

Lähes koko koekohteen pituudelta alueen ojissa oli melko paljon vettä tien kummallakin puolella tai ainakin jään tai lumen pinnan korkeus ojassa oli melko korkealla. Pääosin tie oli koekohteen alueella huonossa kunnossa ja pinnaltaan liukas. Kuvista 5.4.6 ja 5.4.7 nähdään, että tien keskilinjalla maata pursuaa tien pintaa ja renkaat muodostavat pehmeään liettyneeseen tien pintaa uria, joihin vesi kerääntyy pääsemättä pois tien pinnalta. Koekohteen osalta tie oli selkeästi parhaimmassa kunnossa paaluvälillä 2590–2670, missä tie nousee ja ojissa ei ollut juurikaan vettä. Koekohteen alueella oikean puoleises-

sa ojassa suuri osa puhelin- tai sähköpylväistä esti edelleen veden virtausta muodostaen eräänlaisia patoaltaita.

Koekohteen suurimmat vauriot havaittiin seuraavissa kohdissa:

- Pl 2550–2605 tien keskilinjalla oli halkeamia ja merkkejä pohjamaan pursuamisesta tien pinnalle (kuva 5.4.8). Kohdassa pl 2595 vasemmalla kaistalla oli lisäksi kuoppia.
- Maata oli pursunut keskilinjalta ylös seuraavissa kohdissa; pl 2675, pl 2685, pl 2774–2816, pl 2827–2834, pl 2862–2912, pl 2938–2940, pl 2980 ja pl 3021 sekä pl 3023. Tien pinnan alla maa-aines on paikoitellen näissä kohdissa plastisessa tilassa ja saappaalla ”dynaamisesti kuormittaen” tie pehmenee ja hyllyy kuin vesipatja (kuva 5.4.9). Lisäksi tien pinnassa oli näissä kohdissa usein matalia uria ja kuoppia.
- Pl 2716 oli kuoppa.
- Pl 2959 oikealla kaistalla oli tien pinnalla runsaasti irtonaista hienoainesta tai lietettä



Kuva 5.4.6. Mt 17429 to 1 keväällä 19.4.2010 otettu kuva paalulta 2900 ajosuuntaan 2. Kuvassa mittanauhan pituus on 0,70 m.



Kuva 5.4.7. Mt 17429 to 1 keväällä 19.4.2010 otettu kuva paalulta 2950 ajosuuntaan 1.



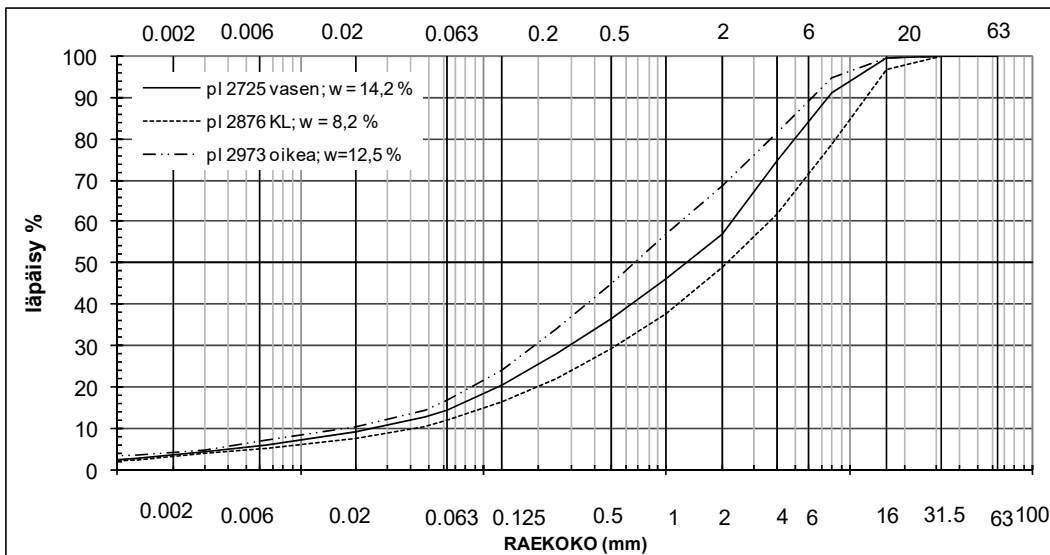
Kuva 5.4.8. Mt 17429 to 1 keväällä 19.4.2010 otettu kuva paalulta 2600 ajosuuntaan 2.



Kuva 5.4.9. Plastisoitunut kohta mt 17429 to 1 keväällä 19.4.2010.

Koekohteella olon aikana klo 12–15 tien pinta tuntui muuttuvan liukkaammaksi roudan sulaessa. Tässä ajassa tiellä kulki traktori, pikkubussi ja 3–4 henkilöautoa sekä havaintojen tekijän pakettiauto. Havaintojen kirjaamisen jälkeen kolmesta kohdasta otettiin näytteet, joiden rakeisuudet on esitetty kuvassa 5.4.10. Näytteiden hienoainespitoisuus oli 12–17 % ja rakeisuuden perusteella ne voitaisiin luokitella joko hiekkaiseksi soramoreeniksi tai soraiseksi hiekkamoreeniksi. Näytteet oli otettu seuraavasti:

- Pl 2725 vasen kaista, pääosin tien pinnasta
- Pl 2875 keskilinja, pohjamaasta pursunut maa-ainesta
- Pl 2973 oikea kaista, irtonaista tien pinta-ainesta



Kuva 5.4.10. Mt 17429 to 1 pintaosasta keväällä 19.4.2010 otetuista näytteistä määritetyt rakeisuudet ja vesipitoisuudet.

5.4.3 Näytteenotto ja DCP-mittaukset 31.8.2010

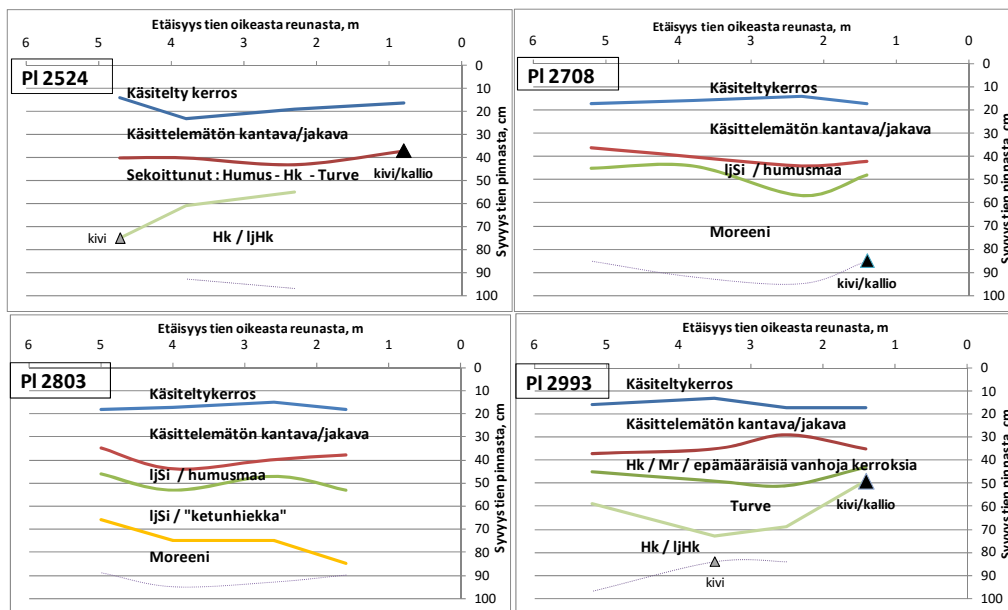
Halkaisijaltaan 100 mm ikkunanäytteenottomella otettiin 31.8.2010 jokaisesta neljästä poikkileikkauksesta neljä näytettä enintään metrin syvyyteen. Näytteitä otettaessa tiealue oli suhteellisen kuiva ja koekohteen ojissa oli vain paikoitellen vähän vettä. Kuvassa 5.4.11 on yleiskuva koekohteelta 31.8.2010. Näytteet otettiin poikkileikkauksista pl 2534, pl 2708, pl 2803 ja pl 2993. Kuvassa 5.4.12 on esitetty poikkileikkauksesta pl 2993 nostettu näyte, josta nähdään turpeen alkavan 0,55 metrin syvyydeltä. Näytteistä määritettiin silmämääräisesti kerrosrajat ja maalajit sekä laboratoriossa vesipitoisuus. Kuvassa 5.4.13 on esitetty näiden pisteiden perusteella määritetyt poikkileikkausten kerrosrajat. Liitteessä 2 on esitetty pisteittäin näytteenoton yhteydessä määritetyt kerrosrajat, tehdyt huomiot ja näytteiden arvioidut maalajit tai laatu. Liitteessä 2 on myös laboratoriossa silmämääräisesti arvioidut maalajit ja määritetyt vesipitoisuudet sekä myöhemmin tehtyihin rakeisuusmäärittämiin perustuvat maalajit. Neljästä pisteestä määritettiin näytteiden rakeisuudet ja humuspitoisuudet. Määritetyt rakeisuuskäyrät on esitetty kuvissa 5.4.14–5.4.16 ja taulukossa 5.4.1 on esitetty kootusti näistä pisteistä tehtyjen määrittelyjen tulokset. Silmämääräisesti rakeisuudet arvioitiin todellista hienorakeisimmiksi, joka saattaa johtua näytteiden humuspitoisuudesta ja maalajien tai kerrosten sekoittumisesta. Rakeisuuksia tarkasteltaessa on syytä muistaa, että näytteenotin on saattanut rikkoa rakeita.



Kuva 5.4.11. Mt 17429 to 1 poikkileikkauksen pl 2730 läheltä ajosuuntaan 2 otettu yleiskuva. Tien pinta höylättiin näytteidenottopäivänä.



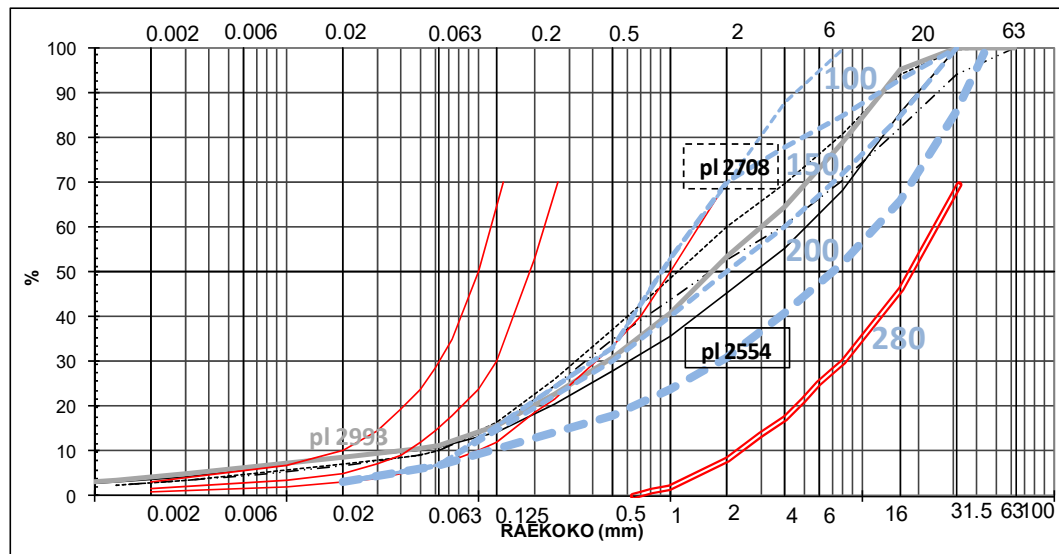
Kuva 5.4.12. Mt 17429 to 1 poikkileikkauksesta pl 2993 pisteestä p10 ikkunanäytteenottimella nostettu näyte.



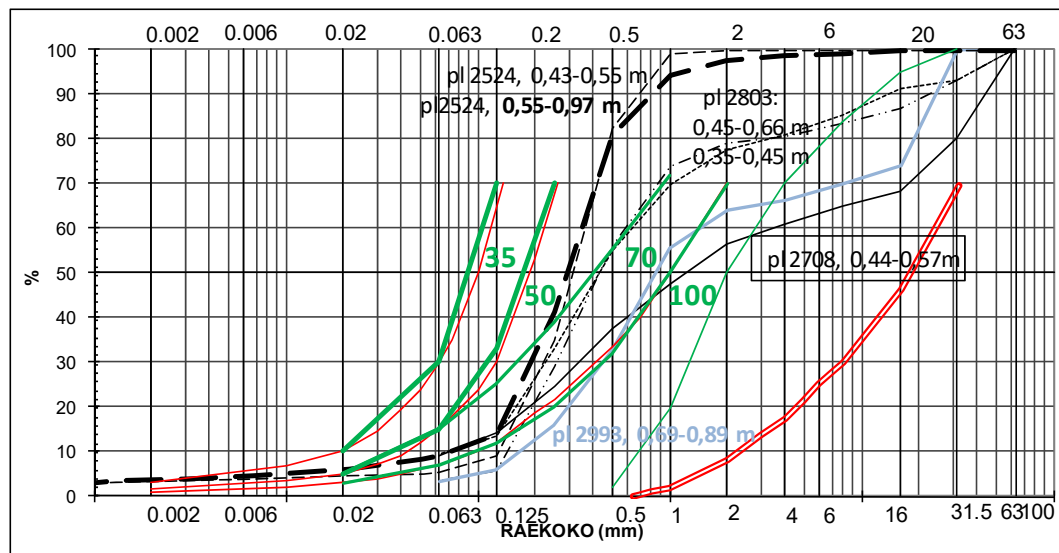
Kuva 5.4.13. Mt 17429 to 1 neljästä poikkileikkauksesta pl 2524, pl 2708, pl 2803 ja pl 2993 ikkunanäytteenotton perusteella määritetyt kerrosrajat ja kerrosten materiaalit. Alimmainen viiva kuvaa näytteenottosyvyyttä tai näytteenoton keskeyttämisen syytä.

Kuvan 5.4.14 rakeisuuskäyrien perusteella käsitellyn kerroksen alapuolella pääosin 0,2–0,4 m syvyydessä oleva kantava tai jakavakerros on routiva. Rakeisuuden perusteella kantavan kerroksen Odemarkin moduulit lienee alkujaan ollut 150–200 MPa. Kuvan 5.4.15 rakeisuuskäyrien perusteella tämän kerroksen alapuolella on useimmiten humuspitoista hiekkaa tai hiekkaista moreenia 0,5–0,9 m syvyyteen saakka. Rakeisuuskäyrän perusteella niistä osa olisi routimattomia ja osa niukasti routivan puolella olevia, mutta niiden sisältämän humuksen vuoksi ne kaikki lienevät routivia. Pelkästään rakeisuuskäyrien perusteella kuvassa 5.4.15 esitettyjen materiaalien Odemarkin moduulit voitaisiin arvioida olevan pääosin 50–70 MPa. Poikkileikkauksessa pl 2993 oli muista kohdista poiketen 0,15–0,2 m paksu maatonut turvekerros pääosin 0,45–0,65 m syvyydellä. Kuvassa 5.4.16 on esitetty poikkileikkauksista pl 2708 ja pl 2803 alimmaisina selvitettyjen

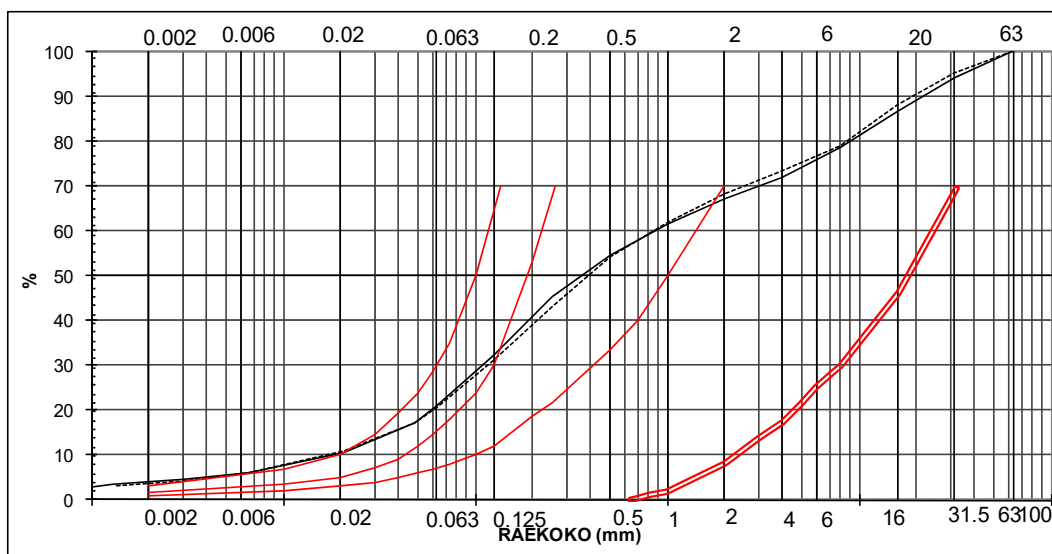
kerrosten rakeisuuskäyrät, joiden perusteella noin 20 % hienoainespitoisuuden omaava sorainen hiekkamoreeni on routivan.



Kuva 5.4.14. Mt 17429 to 1 neljästä pisteestä paaluilta 2554, 2708, 2803 ja 2993 käsitellyn kerroksen alapuolelta käsittelemättömästä kantavasta kerroksesta tai jakavasta kerroksesta määritetyt rakeisuudet. Näytteet oli otettu syvyydeltä 0,15–0,40 m. Punaisilla viivoilla on ISSMFE:n (1989) suositus maalajin routivuudelle TYLT 1-50 yleiset perusteet mukaan ja sinisillä viivoilla on Tiehallinnon (2005) tietoa tien suunniteluun nro 71D rakeisuuteen perustuva mitoitusmoduulit.



Kuva 5.4.15. Mt 17429 to 1 neljästä pisteestä paaluilta 2554, 2708, 2803 ja 2993 syvyyksiltä 0,35–0,97 m määritettyjä rakeisuuksia. Punaisilla viivoilla on ISSMFE:n (1989) suositus maalajin routivuudelle TYLT 1-50 yleiset perusteet mukaan ja vihreällä on Tiehallinnon (2005) tietoa tien suunniteluun nro 71D rakeisuuteen perustuva mitoitusmoduulit.



Kuva 5.4.16. Mt 17429 to 1 paalulta 2708 syvyydeltä 0,57–0,85 m ja paalulta 2803 syvyydeltä 0,66–0,89 m määritetyt rakeisuudet. Punaisilla viivoilla on ISSMFE:n (1989) suositus maalajin routivuudelle TYLT 1-50 yleiset perusteet mukaan.

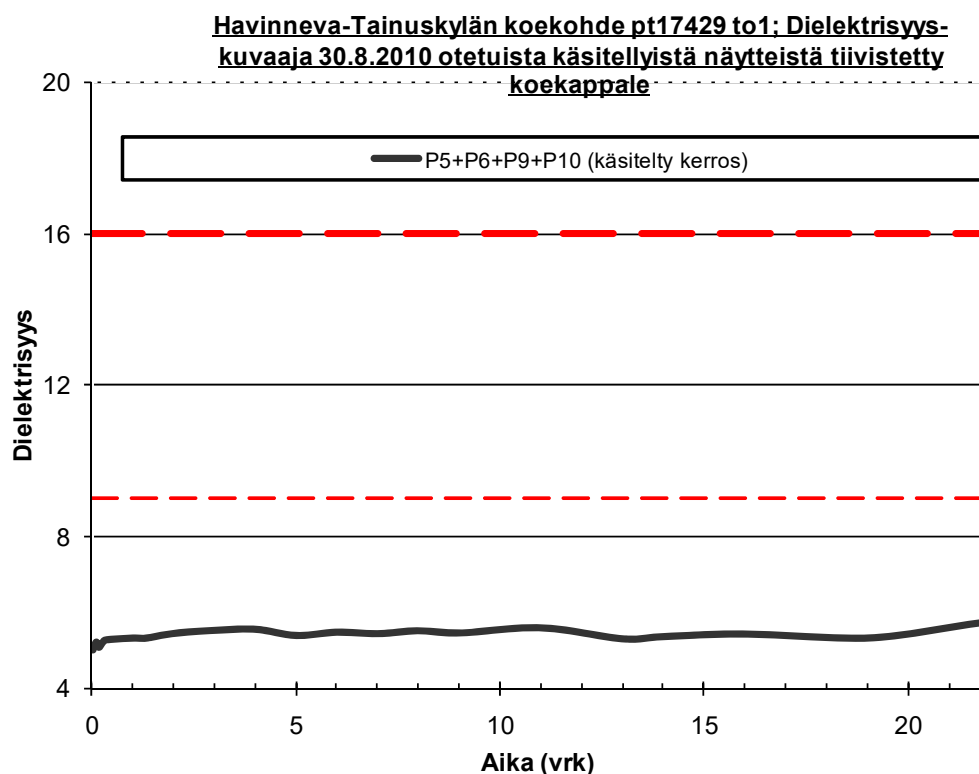
Taulukko 5.4.1 Laboratoriossa määritetyt vesipitoisuudet, hehkutushäviöt ja maalajit mt 17429 to1 neljästä pisteestä otetuista näytteistä. Alle 2 mm lajitteesta määritetty hehkutushäviö on suluissa ja se suhteutettuna koko näytteen massa on ilman sulkuja.

pl ; etäisyys; syvyys m ; m ; cm	w %	hehkutus- häviö, %	hienoaines- pitoisuus, %	maalaji
2524; oik 2.3; 19-43	4,2		10,9	hkSrMr
2524; oik 2.3; 43-55	15,7	2,8	9,0	ljkeHk
2524; oik 2.3; 55-97	15,4	2,4	5,3	ljkeHk
2708; oik 2.3; 14-44	5,8		10,1	srHkMr
2708; oik 2.3; 44-57	23,2	(9,0 =>) 5,0	9,2	ljSrHkMr
2708; oik 2.3; 57-85	12,0		20,5	srHkMr
2803; oik 5.0; 18-35	5,5		10,2	srHkMr
2803; oik 5.0; 35-45	30,1	(7,5 =>) 5,8	9,5	ljHkMr
2803; oik 5.0; 45-66	16,5	(3,5 =>) 2,8	3,6	ljHk
2803; oik 5.0; 66-89	9,5		20,8	srHkMr
2993; oik 2.5; 17-29	3,5		11,4	srHkMr
2993; oik 2.5; 29-51	6,9			ei määritetty
2993; oik 2.5; 51-69	120	38,1		mTv (+Hk)
2993; oik 2.5; 69-89	12,2	(3,5 =>) 2,3	3,4	ljSrHk

Näytteiden ottamisen yhteydessä koekohteella tehtiin DCP-mittauksia. DCP-mittausten tavoite syvyys oli 0,9–1,0 m. Poikkileikkausta kohden tehtiin kaksi DCP-mittausta läheltä näytteenottopistettä. Osa mittauksista päättyi kuitenkin kiveen tai tangon vääntymiseen. Liitteessä 3 on esitetty DCP-mittauksella määritetyt kerrosrajat, DCP-indeksi (DPI) ja DCP-indeksistä CBR-arvon kautta lasketun E-moduulin jokaiselle kerrokselle. DCP-mittausten perusteella tien kantavan kerroksen E-moduuli olisi mittaushetkellä ollut 0,2–0,3 metrin syvyyteen asti pääosin 400–500 MPa, jonka alla olevan alle 0,15 metriä paksun kerroksen E-moduuli oli 150–300 MPa. Näiden alla oli erilaisia kerroksia pääosin 0,4–0,6 metrin syvyydellä, joiden E-moduuli vaihteli turpeen 25 MPa:sta liejuisen hiekan 100 MPa:han. Pohjamaan moreeni alkoi syvyydeltä 0,6–0,8 m ja moreenin E-moduuliksi DCP-mittauksen perusteella laskettiin olleen noin 250 MPa. DCP-mittauksesta lasketut

E-moduulit antavat suuruusluokan, jotka mitatussa kohteessa vastaavat suhteellisen hyvin rakeisuuteen perustuvia E-moduuleita.

Koekohteen käsitellystä kerroksesta otetuista näytteistä tehtiin koostenäyte Tube Suction -koetta (TS-koe) varten. Materiaalia otettiin neljästä pisteestä. Kuvassa 5.4.17 on esitetty TS-kokeen dielektrisyyskuvaaja, josta havaitaan, että hyvin tiivistetyn materiaalin dielektrisyysarvo on pysynyt reilusti alle raja-arvon 9. Kokeen aikana koekappaleen laskennallinen vesipitoisuus kasvoi 0,4 %-yksikköä 22 vuorokauden aikana. Kokeen perusteella uudelleen tiivistetty käsitelty kerros estää veden virtauksen koekappaleen läpi.



Kuva 5.4.17. Mt 17429 to 1 paaluilta 2803 ja 2993 syvyydeltä 0,0–0,17 m otetuista näytteistä koostetun Tube Suction -kokeen dielektrisyyskuvaaja.

Koekohteella 31.8.2010 otettujen näytteiden ja mittausten perusteella käsitellyn kerroksen alla pääosin 0,2–0,4 metrin syvyydessä oleva kerros on routiva ja sen alla on hyvin erilaisia sekoittuneita kerroksia, joissa on runsaasti humusta. Useimmiten tämän kerroksen runkona on liejuinen melko suhteistunut keskihiekka, joka ilman runsasta humusta olisi routimatonta. Kyllästyneenä tämä humuspitoinen keskihiekka menettää kantavuuden melko herkästi, jolloin raskaan kuormituksen alaisena tie vaurioituu.

5.5 Koekohteen korjaaminen ja sen seuranta 2010–2012

5.5.1 Koekohteen korjaus syksyllä 2010

Koekohteen osuus tiestä korjattiin syksyllä 2010 talvikaudella 2009–2010 syntyneiden vaurioiden vuoksi. Korjausmenetelmäksi suunniteltiin pohjan muotoilun päälle rakennettava 6 metriä leveä suodatinkangas (N3), jonka päälle rakennetaan 200 mm paksu kantava kerros 0–32 mm materiaalista sekä 60 mm paksu kulutuskerros 0–16 mm materiaalista (Otto Kärki sähköposti 9.7.2010).

Korjatun koekohteen kuntoa yritettiin arvioida silmämääräisesti 15.11.2010, jolloin tien pinta oli kuitenkin lumen peitossa. Ojissa oli lumen alla pääosin vain vähän vettä. Kuitenkin paalulukemien 2700 ja 3000 lähetyvillä ojissa oli runsaammin vettä.

5.5.2 Korjatun rakenteen silmämääräinen seuranta 2011

Vuonna 2011 mt17429 to1 koekohteen alue tarkastettiin visuaalisesti 2.11.2011 painottaen koekohdetta. Ilma oli pilvinen ja kuiva. Tie oli hyvässä kunnossa. Tien kulutuskerros oli keskitetty tierungon keskelle 4 metrien levyiseksi. Tiessä oli hyvät kallistukset. Tien pinnassa oli paikoitellen erittäin matalia renkaiden muodostamia uria (kuva 5.5.1).



Kuva 5.5.1. Mt 17429 to 1 koekohteen korjatun rakenteen tien pinnasta otettu kuva 2.11.2011.

Ojien pohjilla oli vettä, mutta ei yhtä runsaasti kuin tierakenteen pettäessä marraskuussa 2009. Koekohteella olevaa nypärettä (pl 2650) on loivennettu nostamalla notkoja hieman enemmän. Nypäreen kohdalla ojissa oli vettä eniten ja lyhyellä pätkällä veden pinnan taso oli lähes samalla tasolla kuin tien pettämisvuonna.

Koekohteen loppu osalla oli tehty sivuoja, joka kuivaa oikean puoleista ojaa. Vasemman puoleisesta ojasta ei ole rumpua tien läpi vaan vesi suotautuu hitaasti tien läpi ja vasemman puoleisessa ojassa veden pinta oli korkeammalla kuin oikean puoleisessa ojassa.



Kuva 5.5.2. Mt 17429 to 1 2.11.2011 otettu kuva oikean puoleisesta ojasta paalun 2950 läheltä ajosuuntaan 1 (vasen) sekä kohdasta lähtevä uusi sivuoja (oikea).

5.5.3 Korjatun rakenteen silmämääräinen seuranta 2012

Keväällä 3.5.2012 mt17429 to1 koekohteen alue tarkastettiin visuaalisesti. Sää oli puolipilvinen ja tie oli kuiva sekä hyvässä kunnossa. Tiessä oli hyvät kallistukset ja tiessä näkyi loivaa urautumista johtuen todennäköisesti pääosin nastarenkaiden vaikutuksesta. Lisäksi oli jonkin verran loivia ja matalia kuoppia lähinnä tien keskilinjalla. Kuoppia oli myös samassa suhteessa ennen koekohtetta, joissa kuopat vaikuttivat olevan kuitenkin syvempiä ja jyrkkäreunaisempia. Kuopat eivät kuitenkaan olleet pahoja. Tien yleiskunto oli hieman huonompi kuin 2.11.2011. Koekohteella olleet kuopat alkoivat nypäreen jälkeen kohdasta pl 2640 eteenpäin ja niitä oli paaluilla 2670–2680, 2748–2750, 2815, 2825–2835, 2875–2905, 2930–2935 ja 2970–2980.

Ojien pohjilla oli vettä. Paalulla pl 2690 olevan läpimenoputken kohdalla vettä oli eniten ja sitä oli tien ali menevän putken alareuna korkeudella. Myös koekohteen loppupäässä (pl 2950–3000) vasemman puoleisessa ojassa oli runsaasti vettä, mutta oikeanpuoleinen oja oli melkein tyhjä johtuen vuonna 2011 tehdystä poisto-ojasta. Tien vasemman puoleisesta ojasta vesi ei pääse joutuisasti tien oikean puoleiseen ojaan ja tien vasemman puoleisen luiskan yläreunaan oli muodostunut pituushalkeamaa (kuva 5.5.3).

Koealueella havaittiin, että tikat ovat todennäköisesti käyttäneet muutamaa puhelinpylvästä käpyjen siementen irrottamispaikkoina, jolloin pylväiden alle ojaan oli kertynyt huomattava määrä käpyjä. Kävyt saattavat vähentää edelleen veden virtausta ojassa, jos pylväs estää jo ennestään sitä. Veden patoamisen kannalta paalun 2748 pylväs oli pahin koealueella (kuva 5.5.4.).



*Kuva 5.5.3. Mt 17429 to 1 3.5.2012 otettu kuva vasemman puoleisesta ojasta paa-
lun 3000 läheltä ajosuuntaan 2.*



*Kuva 5.5.4. Mt 17429 to 1 olevan puhelinpylvään alaosa kohdassa pl 2748
3.5.2012.*

Syksyllä 12.10.2012 mt17429 to1 koekohteella käydessä tie oli yleisesti hyvässä kunnossa. Paikoitellen oli kuoppia lähinnä tien keskilinjalla. Sorastus ja liikenne on leventänyt alkuperäisen ”kavennetun” ajokaistan muistuttamaan perinteistä soratietä. Paikoitellen tien pengeri vaikutti myös hieman leventyneen. Tien kallistus vaikutti loiventuneen keväällä 2012 tehtyyn käyntiin verrattuna.

Ojien pohjat alkoivat olla kasvillisuuden peitossa. Ojissa oli vettä paikoitellen runsaasti. Korkeimmillaan ojien vesi oli välillä pl 2680–2740 oikealla puolella ja pl 2950–2980 vasemmalla puolella (kuva 5.5.5). Metsässä tien vasemmalla puolella näkyi paikoitellen kohtuullisen kokoisia vesilampareita. Puhelinpylväiden kohdalle joulukuussa 2009 tehdyt pienet uomat juoksuttivat edelleen vettä ja pitivät veden pinnan korkeutta monessa kohtaa selkeästi alhaisemmalla tasolla kuin se oli marras-joulukuussa 2009.



Kuva 5.5.5. Mt 17429 to 1 oli 12.10.2012 eniten vettä kertynyt ojiin tien oikealle puolelle välillä pl 2680–2740 (vasen) ja vasemmalle puolelle pl 2950–2980 (oikea).

5.5.4 Korjatun rakenteen silmämääräinen seuranta vuosina 2013–2015

Entinen koekohde Havinneva–Tainuskylä välillä tarkistettiin kevään ja syksyn käynneillä 13.5. ja 30.10.2013. Tiellä oli hyvät kallistukset ja pääsääntöisesti hyvässä kunnossa. Koealueella harvat kuopat olivat pieniä ja matalia. Suoaluetta koekohteen lähellä oli ojitettu. Ojissa oli vähemmän vettä kuin aiemmin, paitsi välillä pl 2950–3050 vasemman puoleisessa ojassa vettä oli keväällä kuten aiemminkin. Syksyllä ojissa oli vain vähän vettä.

Entinen koekohde Havinneva–Tainuskylä välillä tarkistettiin 16.4. ja 15.10.2014 käynneillä. Keväällä tien pinta oli monin paikoin kostea ja tieosuudella ennen koekohtetta oli pätkiä, joissa pahempi urautuminen oli mahdollisesti aluillaan raskaan liikenteen johdosta (keskilinja hieman koholla ja ajourat hieman painuneet). Keväällä koekohde ja sen lähiympäristö olivat hieman huonommassa kunnossa kuin muutamana aiempina vuotena. Syksyn käynnillä tie oli hyvässä kunnossa. Paalun 3000 alueella ojissa oli vähemmän vettä kuin aikaisempina vuosina. Tien pinnan kallistus vaikutti suuremmalta kuin aiempina vuosina.

Entisellä koekohteella käytiin 28.4.2015. Kokonaisuudessaan tie vaikutti hyvältä. Tien alkuosan sorapäälyste koekohteen ulkopuolella (Vt 3 päin lähestyttäessä) oli muotoiltu ehkä liian kaltevaksi, jolloin tien keskellä ajettaessa henkilöauton pohja saattaisi osua tien pintaa. Varsinaisella koalueella oli vettä ehkä hieman enemmän kuin aikaisemmillä käynneillä. Pääsääntöisesti oikeaan puoleisen kaistan ojassa oli vettä enemmän kuin vasemman puoleisen kaistan ojassa. Entisen koalueen kohdalla kuopat olivat lisääntyneet erityisesti kohdassa, jossa oli pahimmat deformaatiot ennen vuoden 2010 korjausta.

Syksyllä 3.11.2015 Havinneva–Tainuskylän koekohteella Laihialla käydessä lämpötila oli +12 °C ja ojissa havaittiin olevan vähemmän vettä kuin aiemmilla syksyn tarkistuskäynneillä (kuva 5.5.6). Koekohteen kriittisimmällä osalla tien keskikaista olisi kohonnut ja uraa muodostunut pääosin oikealle kaistalle, siten että vesi juoksisi uraa pitkin jäädessä ehkä uralle lammikoitumaan, kun se ei pääse sivuille ojiin.



Kuva 5.5.6. Mt 17429 to 1 koekohteessa oli 3.11.2015 vähiten vettä syksyn tarkistuskäynneistä. Kuvassa tien vasemmanpuoleista ojaa noin paalulta 2980 ajosuuntaa 2.

5.6 Johtopäätökset Havinneva–Tainuskylän koekohteesta

Havinneva–Tainuskylän koekohteella ohut 0,15 m tien pintaosan käsittely hydrofobisella käsittelyaineella ei ollut riittävä estämään tien vaurioitumista, kun tien peruskuivatus ei ollut kunnossa. Etelä-Pohjanmaalla satoi vettä runsaasti loppu syksystä 2009 ennen talven ensimmäistä kunnollista pakkasjaksoa. Jäätynneen ja hyvin todennäköisesti routineen tierakenteen sulaessa käsitelty kerros ei kestänyt vetojännityksiä vaan tierakenne deformatui. Samalla tien sivuttaiskaltevuus ja pintakuivatus huononi. Jos koekohteen tien sivuttaiskaltevuus olisi alun perin ollut suurempi, se olisi voinut osaltaan vähentää tien pinnan liukkautta (pintakelirikkoa) roudan sulaessa. Myös tien pintakerroksen odotettua vähäisempi tiivistyminen on osaltaan saattanut nopeuttaa tien pinnan kulumista ja lisätä tien pinnan liukkautta roudan sulaessa.

Vaikka koekohteen alueella tie korjattiin 2010, niin se on edelleen kyseisen tien potentiaalisimmista kelirikkovaurioiden muodostumispaikoista. Tien ojien kuivausta parannettiin vuonna 2011 ja routavauriolle kriittistä tien pituutta on saatu lyhennettyä. Kriittisempi kohta lienee pl 2660–2750. Koekohteelta on toistaiseksi myös selvittämättä raskaan liikenteen määrä loppusyksystä 2009 sekä tien aikaisempi vauriohistoria. Koekohteen säännöllisestä seurannasta ei liene enää suurta hyötyä ja sitä ei ole tarpeellista jatkaa.

6 Virrat, mt 17099 to4 pl 5460–5826, rakennettu 27.8.2009

6.1 Yleiskuvaus tiestä ja rakentamisesta

Maantie 17099 to4 parannettiin 1990-luvun lopulla soratiestä SOP-päällysteiseksi. Koekohteen alueella pl 5460–5826 tien pohjamaa vaihtuu turvepehmeiköltä kalliolle (Sjöberg 2010). Turvepehmeiköllä kantavan kerroksen alle on todennäköisesti laitettu suodatinkangas. Kuvassa 6.1.1 on esitetty tien kuntoa koekohteen turvepehmeiköltä (pl 5500 kasvavaan suuntaan) kesältä 2009. Koekohteen keskellä on risteys kohdassa pl 5675, josta vasemmalta puolelta ajetaan turvekuormia.



Kuva 6.1.1. Tie 17099 to4 pl 5500 kasvavaan suuntaan kesällä 2009. (kuva Sjöbergin kuvaamalta videolta)

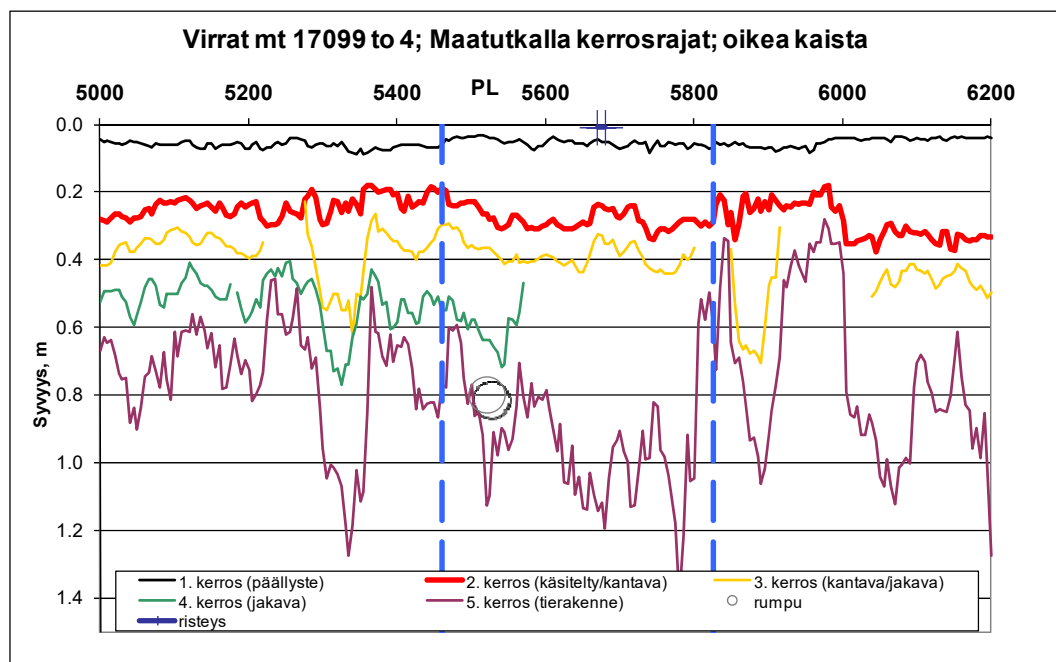
Koekohteessa vanha SOP-päällyste sekoitusjyrsittiin kantavan kerroksen joukkoon ennen käsittelyaineen Sacocell KN10/35 sekoittamista kantavaan kerrokseen 0,2 m paksuudelta. Kohdassa N62°21,753' E23°18,840' (vasen kaista koekohteen lopussa) tiehen valui yhteen kohtaan runsaammin käsittelyainetta, kun sekoitusta lopetettiin. Käsittelyn aikana pintaan nousi paikoin suodatinkankaan palasia. Ennen päällystämistä tien pinnan kuoppia ja epätasaisuuksia tasoitettiin hyvin ohuella kerroksella tasausmursketta. Tie päällystettiin 4–7 vrk koekohteen käsittelystä. (Sjöberg 2010)

Sekoitus- ja tiivistyksen jälkeen koekohteella määritettiin Troxler-laitteella tilavuuspainot 50 mm ja 100 mm syvyyksiltä tien pintaan molemmilta kaistoilta kahdesta kohtaa. Kaikkien mittausten kuivairtitiheyden keskiarvo oli 2,20 Mg/m³. Mittauspisteitä oli yhteensä 16 kpl. 100 mm syvyydeltä mitattuina kuivairtitiheydet vaihtelivat välillä 2,14–2,30 Mg/m³.

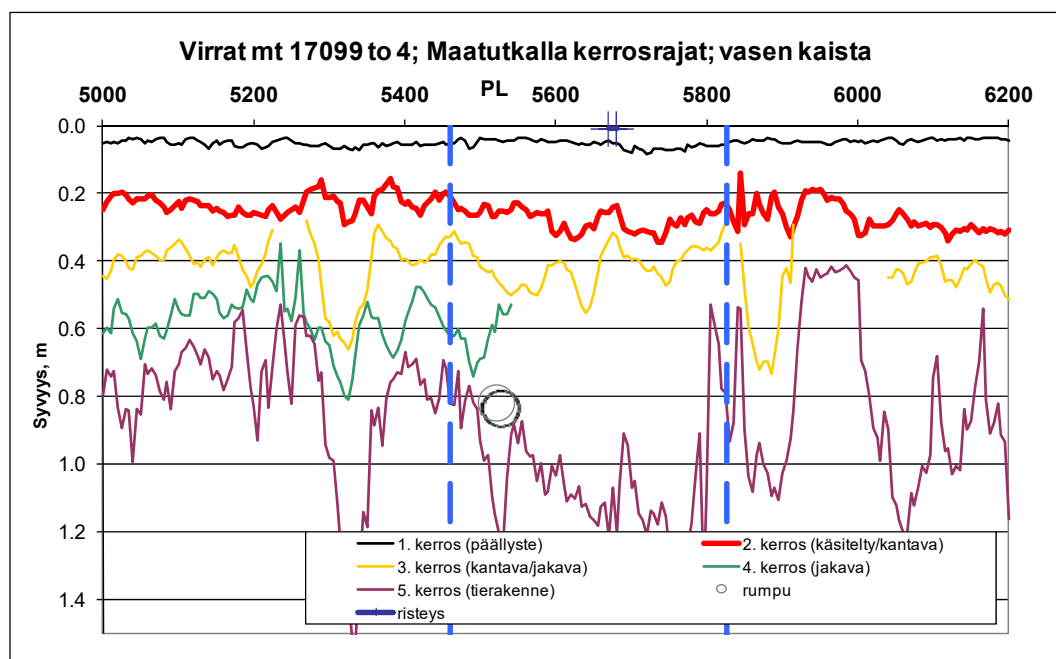
Koekohteen toiseen päähän (pl 5460) vertailurakenteeksi jäi noin 200 metrin alue, johon lisättiin vain uusi päällyste. Tietä parannettiin pääsääntöisesti sekoittamalla vanha päällyste kantavaan kerrokseen sekä lisäämällä suodatinkangas ja 200 mm kantava kerros ennen tien päällystämistä.

6.2 Maatutkamittaus 2009

Kuvissa 6.2.1 ja 6.2.2 on esitetty maatutkalla määritetyt kerrosrajat. Kuvissa on esitetty myös tien alitse kohdassa pl 5520 kulkeva rumpu ja risteyksen sijainti kohdassa pl 5675. Kuvissa 6.2.1 ja 6.2.2 oleva 3. kerroksen alaraja on todennäköisesti 1990-luvun lopulla tehdyn tierakenteen parantamisen yhteydessä rakennettujen kerrosten alaraja. Ruskea alin kerrosraja on todennäköisesti pohjaamaan syvyystaso. Pohjamaa on todennäköisesti koekohteen alkuosalla turvetta ja aivan koekohteen loppuosalla kalliota.

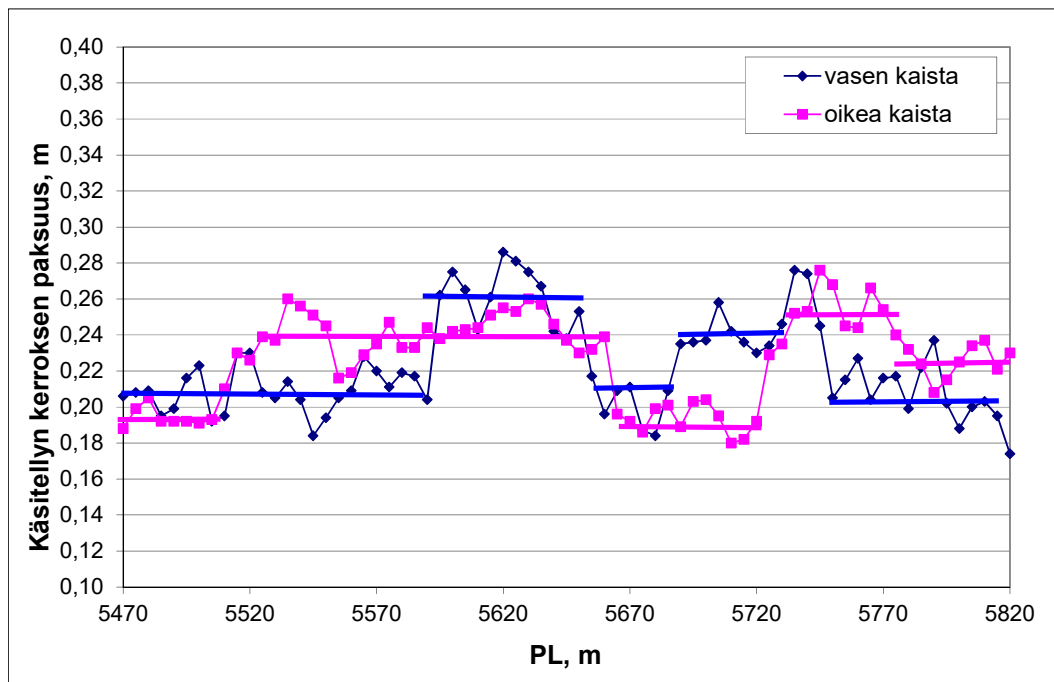


Kuva 6.2.1. Maatutkamittauksessa syksyllä 2009 määritetyt oikean kaistan kerrosrajat.



Kuva 6.2.2. Maatutkamittauksessa syksyllä 2009 määritetyt vasemman kaistan kerrosrajat.

Kuvaan 6.2.3 on laskettu maatutkadatan perusteella käsitellyn kerroksen paksuus, joka vaihteli pääosin 0,20–0,25 m välillä. Kantavan kerroksen paksuudessa on todennäköisesti mukana hyvin ohuen tasauserroksen osuus, joka ei erotu omana kerroksena ollessaan paksuudeltaan erittäin ohut ja epäyhtenäinen täyttäessään lähinnä pieniä kuoppia ja tyhjiä tiloja käsitellyn kantavan kerroksen ja päällysteen välissä. Ohuimmillaan käsitelty kerros on 0,18–0,20 m välillä pl 5660–5720. Maatutkadatan perusteella tavoiteltu käsittelysyvyys 0,20 m täyttyi.



Kuva 6.2.3. Maatutkamittauksessa syksyllä 2009 mt 17099 to4 kaistoittain määritetyt käsitellyn kerroksen paksuudet Virtojen koekohteelta.

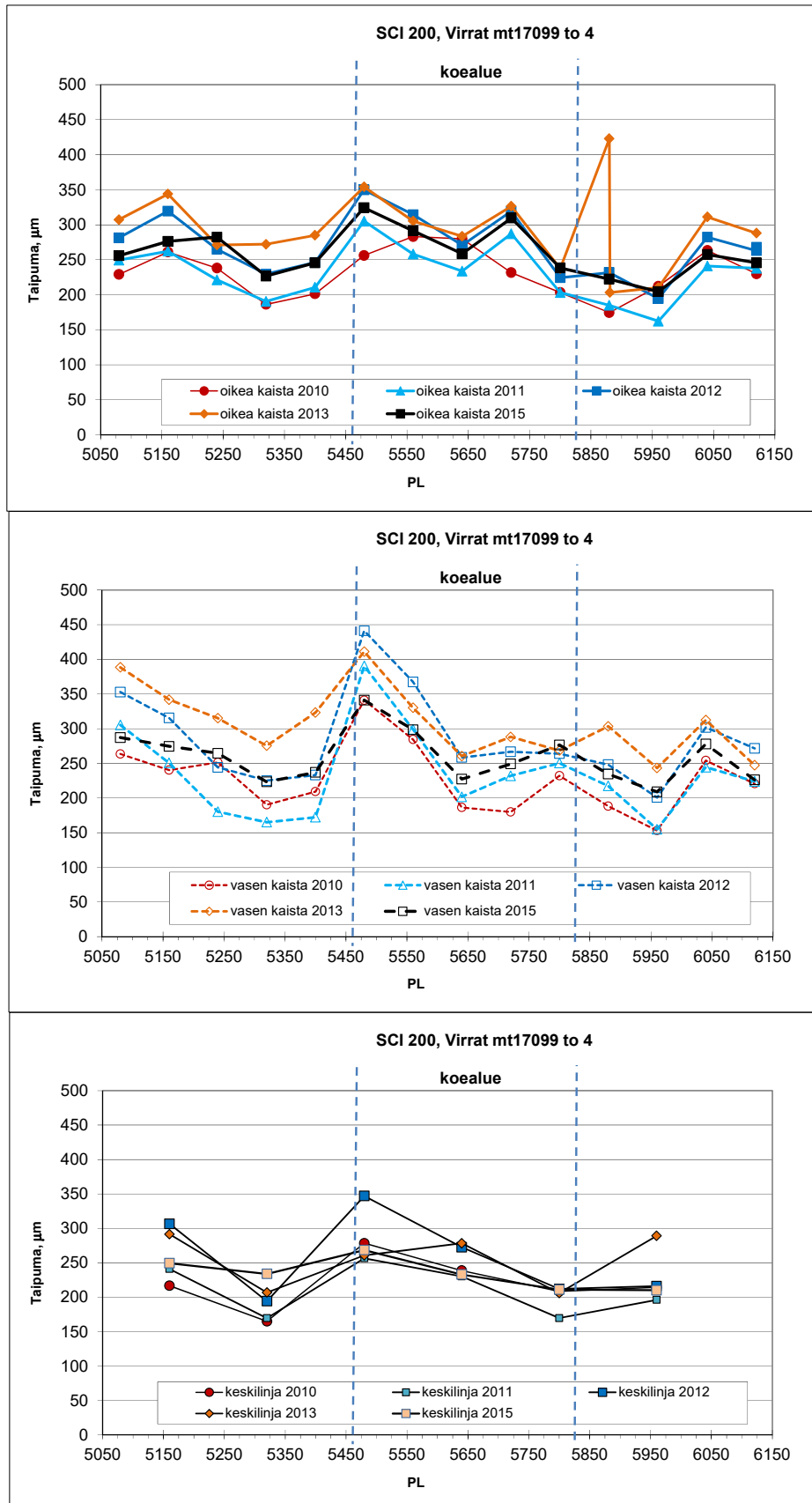
6.3 Pudotuspainolaitemittaukset 2010–2015

Vuonna 2009 ei ehditty tekemään PPL-mittauksia ennen pakkasten alkamista. PPL-mittaukset tehtiin Virtojen koekohteella 9.9.2010, 19.10.2011, 11.10.2012, 24.10.2013 ja 10.9.2015. Kuvissa 6.3.1 - 6.3.4 on esitetty mittauksista määritetyt taipumat. Päällysteen paksuutena on käytetty maatutkamittauksella määritettyä paksuutta oikealla ja vasemmalla kaistalla. Keskilinjalla päällysteen paksuuden on oletettu olevan oikean ja vasemman kaistan keskiarvo.

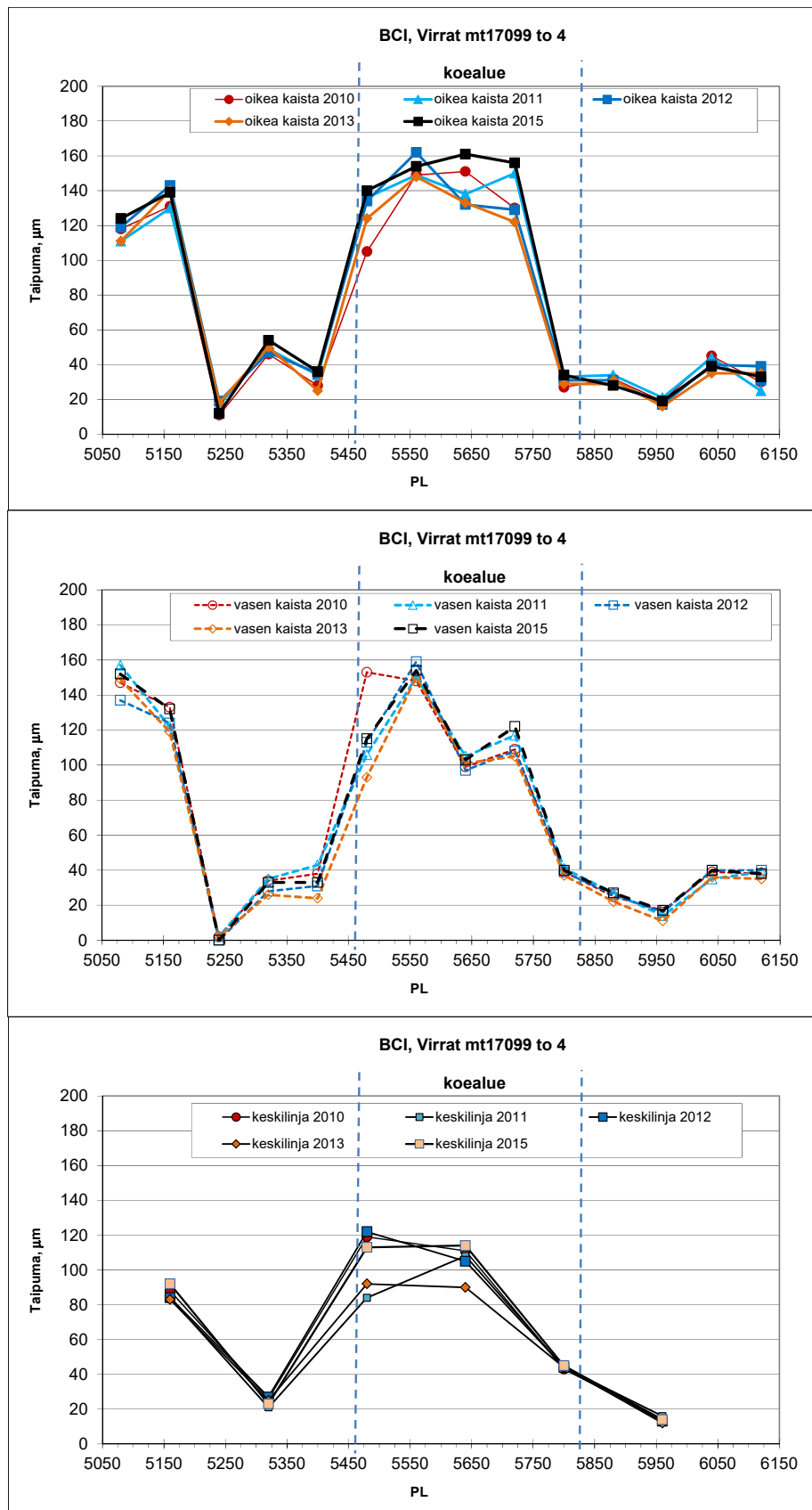
Kuvassa 6.3.1 on esitetty oikealta ja vasemmalta kaistalta sekä keskilinjalta mitatut SCI200-indeksit, jotka kuvaavat parhaiten tierakenteen yläosan (0–200 mm) ominaisuuksia. Määritetyt SCI200-indeksit olivat pääosin 200–350 μm koekohteen alueella ja hieman pienempiä koekohteen ulkopuolella. Vasemmalla kaistalla vaihtelu on ollut suurempi kuin oikealla kaistalla tai keskilinjalla. Suurin SCI200-arvo, melkein 450 μm , mitattiin kohdassa vasemmalta kaistalta kohdassa pl 5480 vuonna 2012. Oikealla kaistalla ja keskilinjalla SCI200 taipumat olivat tasaisempia kuin vasemmalla kaistalla. Vuoden 2013 mittauksella kohdassa pl 5880 oli pehmeämpi kohta, jonka vierestä tehtiin uusi mittaus, jossa taipuma oli paljon pienempi. Vuonna 2012 mitatut SCI200-indeksit olivat suurempia kuin kahtena edellisellä vuotena mitatut SCI200-indeksit, mutta vuosina 2013 ja 2015 pienempiä. Vuonna 2015 oli kuiva alkusyksy. Voi olla, että suurin osa taipuman vaihteluista johtuu mittaushetkellä tierakenteen kosteudesta.

Kuvassa 6.3.2 on esitetty pohjamaan ominaisuuksia parhaiten kuvaavat BCI-indeksit oikealta ja vasemmalta kaistalta sekä keskilinjalta. Koekohteen alueella BCI-indeksit olivat pääosin 100–150 μm . Koekohteen kummallakin puolella on BCI-indeksien perusteella kova pohja lähellä tien pintaa. Vuosien aikana BCI arvot eivät ole muuttuneet. SCI200- ja BCI -arvojen muoto on paalulukeman suhteen samanlainen mittauskaistoit-
tain. Täten pohjamaan kantavuus vaikuttaa SCI200-arvoon. Taulukoon 1.2.2 perustuen koekohteen alueella tien kantavuus on huono tai erittäin huono BCI-indeksiin perustuen ja puutteellinen tai huono SCI200-indeksiin perustuen.

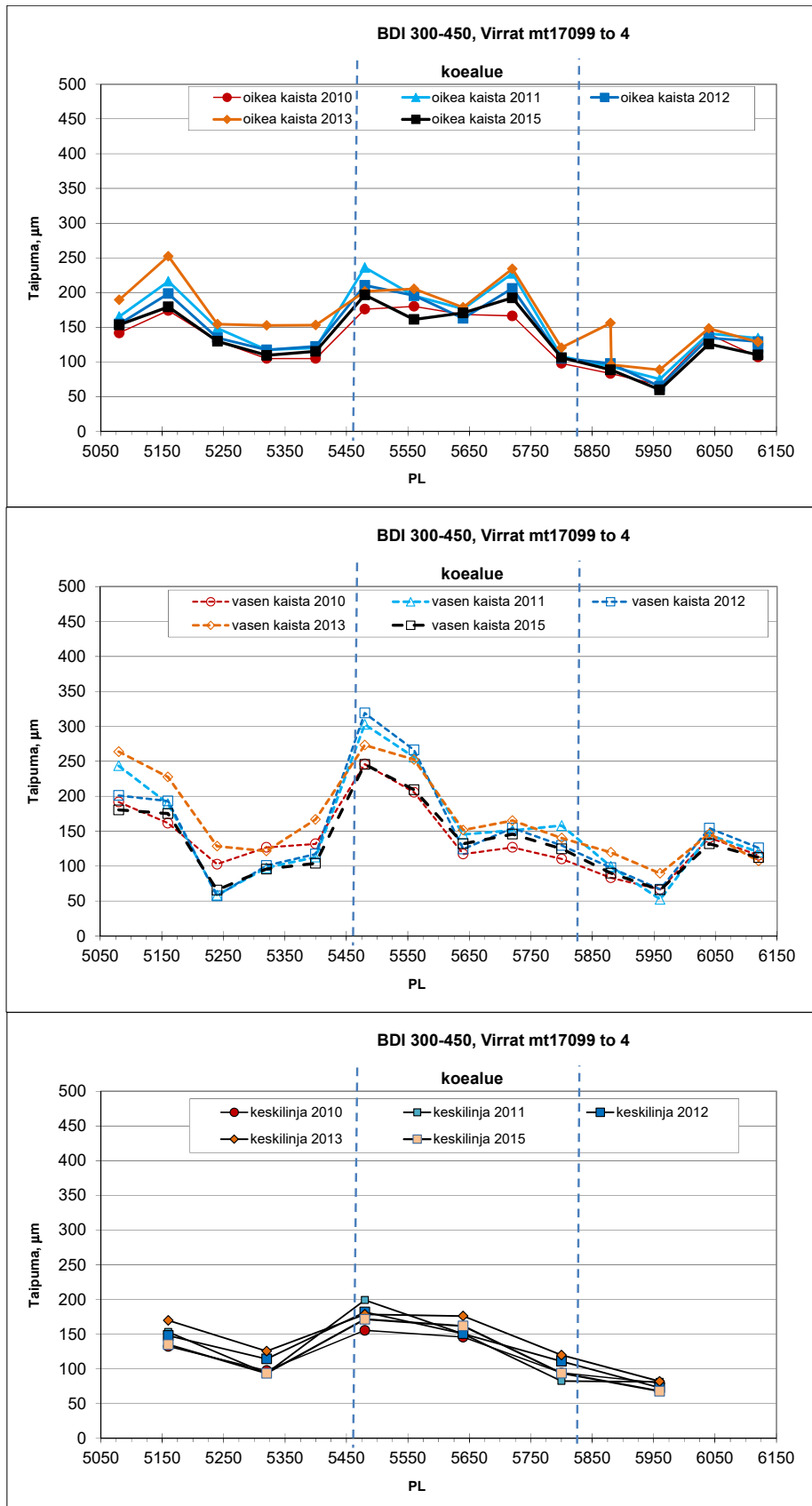
Kuvissa 6.3.3 ja 6.3.4 on esitetty tehdyistä PPL-mittauksista lasketut BDI300-450 ja BDI600-900-indeksit, jotka parhaiten kuvaavat jakavan kerroksen ominaisuuksia 300–450 mm syvyydeltä ja alusrakenteen kuntoa 600–900 mm syvyydeltä. BDI300-450-arvot olivat pääosin 100–250 μm . BDI600-900-arvot olivat pääosin 100–250 μm lukuun otta-
matta kovan pohjamaan kohtia, joissa ne olivat alle 80 μm . BDI-indeksit olivat suurim-
millaan vasemmalla kaistalla paalulla 5480 vuosina 2011 ja 2012. BDI-indeksien perus-
teella koekohteessa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia seuranta-ajanjaksolla.



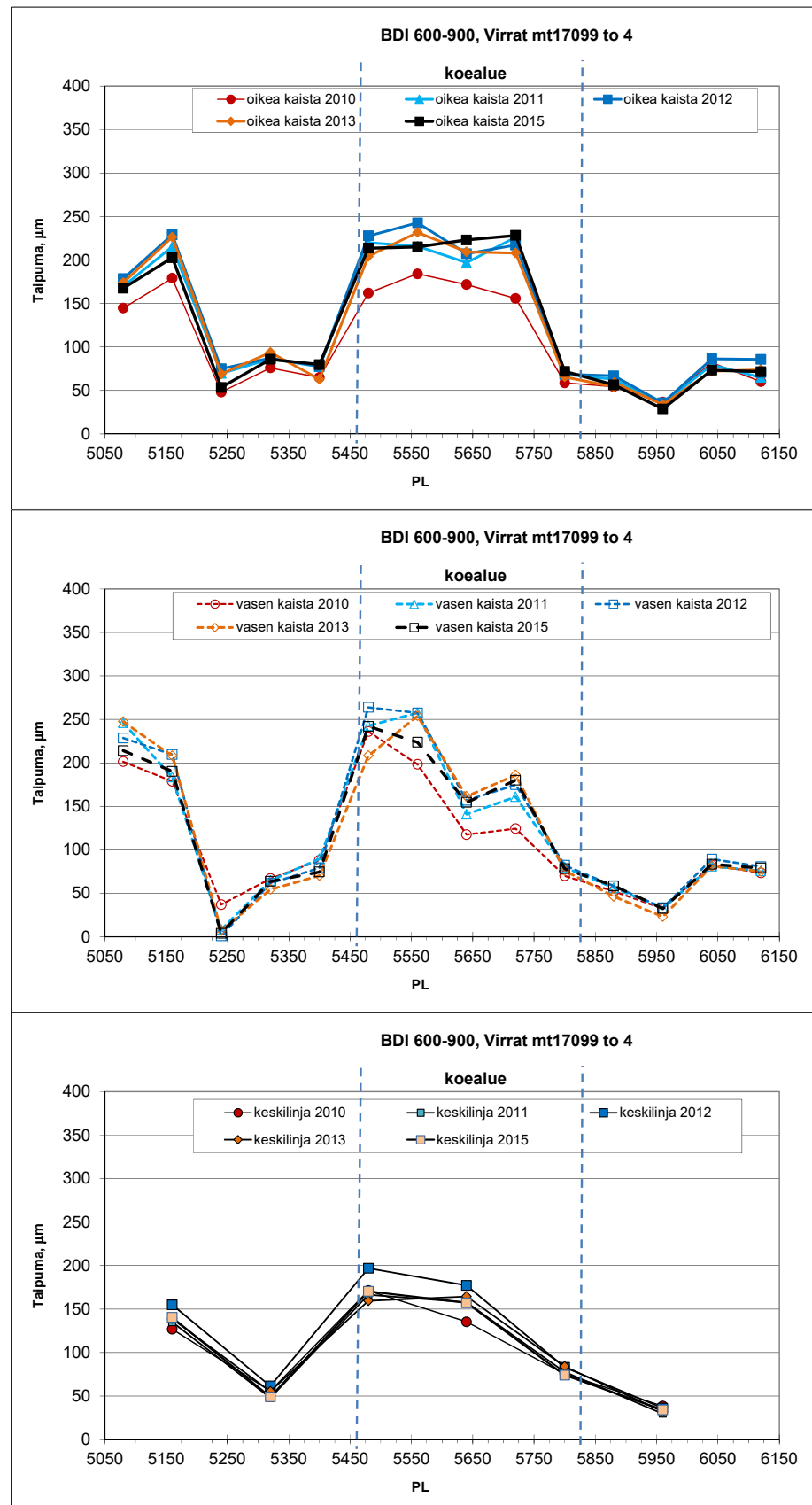
Kuva 6.3.1. Tiellä 17099 to4 9.9.2010, 19.10.2011, 11.10.2012, 24.10.2013 ja 10.9.2015 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt SCI200-arvot oikealta (ylin) ja vasemmalta (keskellä) kaistalta sekä keskilinjalta (alin).



Kuva 6.3.2. Tiellä 17099 to4 9.9.2010, 19.10.2011, 11.10.2012, 24.10.2013 ja 10.9.2015 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BCI-arvot oikealta (ylin) ja vasemmalta (keskellä) kaistalta sekä keskilinjalta (alin).



Kuva 6.3.3. Tiellä 17099 to4 9.9.2010, 19.10.2011, 11.10.2012, 24.10.2013 ja 10.9.2015 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BDI300-450-arvot oikealta (ylin) ja vasemmalta (keskellä) kaistalta sekä keskilinjalta (alin).



Kuva 6.3.4. Tiellä 17099 to4 9.9.2010, 19.10.2011, 11.10.2012, 24.10.2013 ja 10.9.2015 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt BDI600-900-arvot oikealta (ylin) ja vasemmalta (keskellä) kaistalta sekä keskilinjalta (alin).

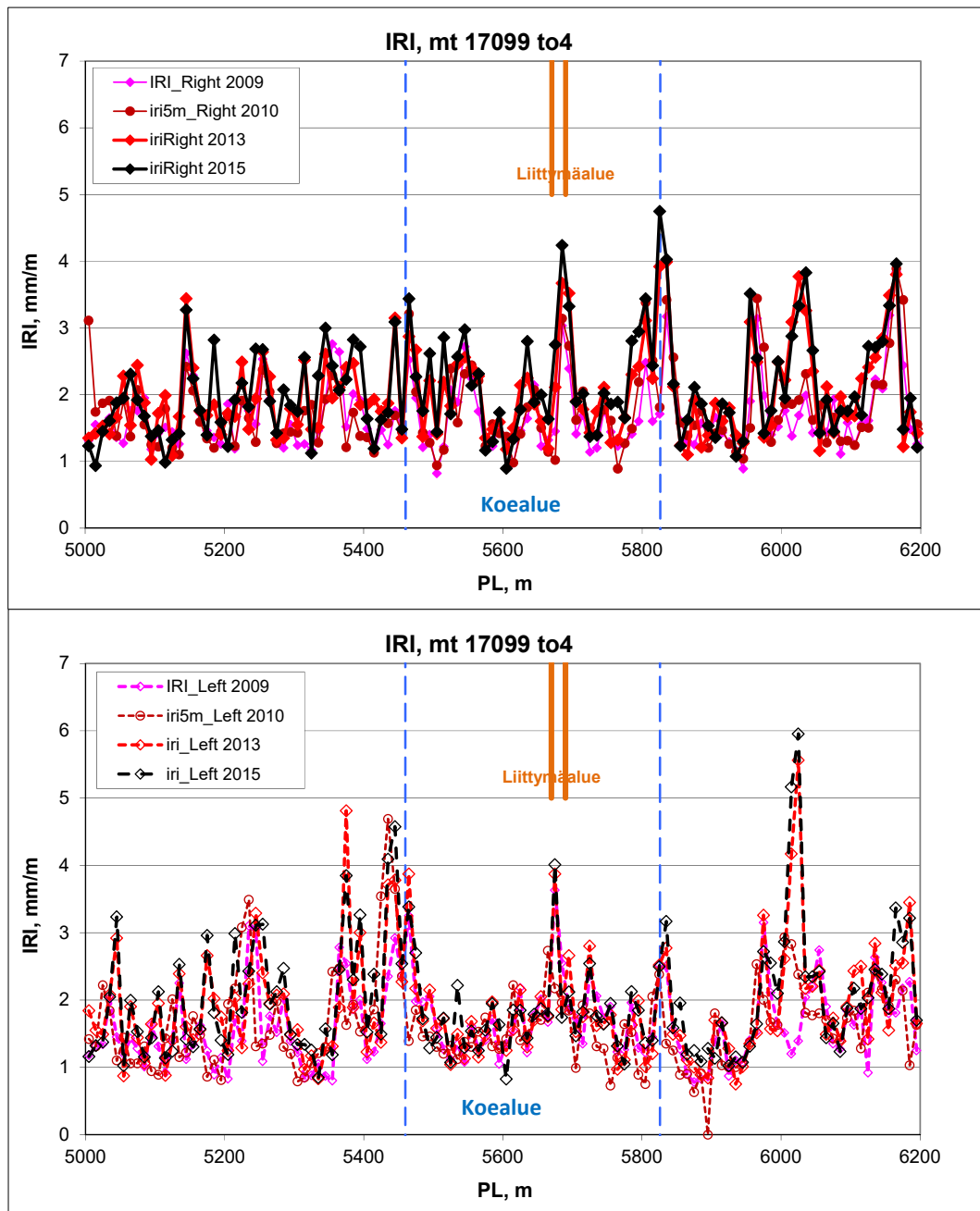
PPL-mittausten perusteella heikko pohjamaa on suurin uhka koekohteen tien kunnolle. PPL-mittausten perusteella koekohteella heikoin ja vaurioille alttiin alue olisi paalun 5480 lähellä. Vuosina 2010–2015 tehtyjen PPL-mittausten perusteella koekohteen ominaisuudet ovat pysyneet samankaltaisina.

6.4 PTM -mittaukset 2009, 2010, 2013 ja 2015

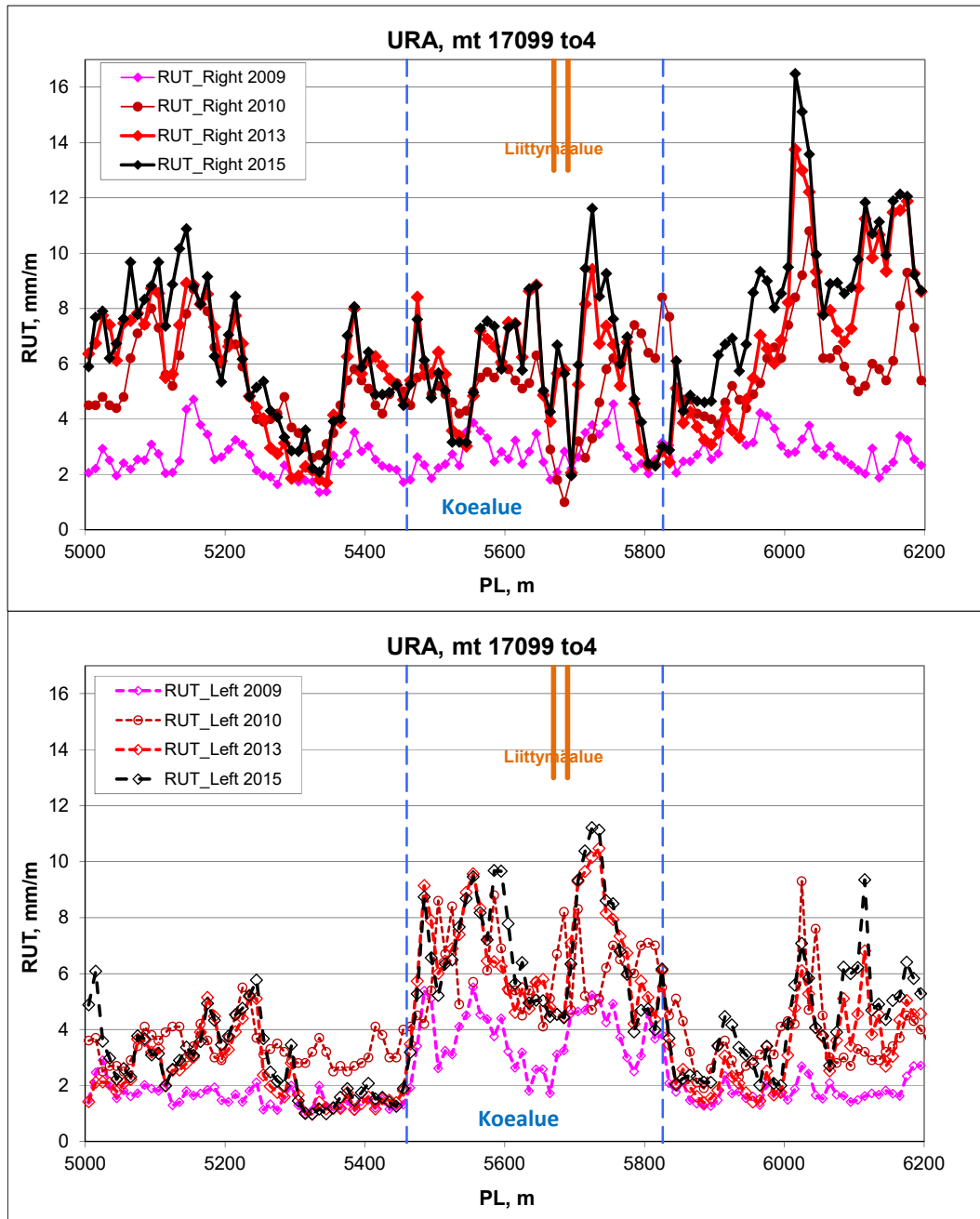
Tieltä 17099 to4 tehtiin PTM-mittaukset vuonna 2009 noin kaksi kuukautta tien päällystämisen jälkeen sekä syyskuussa 2010. Lisäksi PTM-mittaukset tehtiin 1.7.2013 ja 21.9.2015. Kuvissa 6.4.1–6.4.3 on esitetty kummaltakin kaistalta mitattuina IRI-arvot, urasyvytydet ja tien sivukaltevuus reilun kilometrin matkalta. Koekohteen alue on merkitty kuviin sinisellä katkoviivalla. Lisäksi kuviin on merkitty risteävä liittymä, jossa vasemmalta puolelta tuodaan pääosin turvekuormia ja oikealta puolelta metsätalouden kuljetuksia. Kuvasta 6.4.1 nähdään IRI-arvojen olleen 1–3 mm/m päällystämisen jälkeen, vaikka suurin osa oli alle 2 mm/m. Viiden vuoden aikana IRI-arvot ovat keskimäärin hieman kasvaneet, mutta muutamissa paikoissa ne ovat kasvaneet selkeämmin, kuten esim. liittymän alueella ja koekohteen läheisyydessä ovat koerakenteen vaihtumisalueella. Suurimmillaan IRI-arvo oli koealueella 4,5 mm/m ja koealueen ulkopuolella 6 mm/m. Pääsääntöisesti IRI-arvoissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia koealueella.

Kuvasta 6.4.2 nähdään urasyvytyksien vaihtelevan voimakkaasti mitatulla alueella. Lokakuussa 2009 käsittelyaineella käsitellyllä alueella vasemman kaistan urasyvytydet näyttäisivät olleen hieman suurempia kuin muualla. Syyskuussa 2010 tehdyssä mittauksessa urasyvytydet olivat selkeästi suurempia ja käsitellyn ja käsittelemättömän alueen välillä ei ollut merkittäviä eroja. Vuoden aikana urasyvytyys oli kasvanut 2–4 mm/m olleen syyskuussa 2010 pääasiassa 4–8 mm/m. Vuoden 2010 jälkeen urasyvytydet ovat kasvaneet vain vähän, paitsi muutamissa yksittäisissä kohteissa lähinnä koealueen ulkopuolella sekä koealueella liittymän jälkeen kasvavan paalulukeman suunnassa. Huomattavaa on, että oikealla kaistalla urasyvytydet ovat selkeästi suurempia kuin vasemmalla kaistalla koealueen ulkopuolella. Koealueella kaistojen välisellä urasyvytydellä ei ollut merkittävää eroa. Koekohteen visuaalisten havaintojen perusteella mitatut urat ovat leveitä.

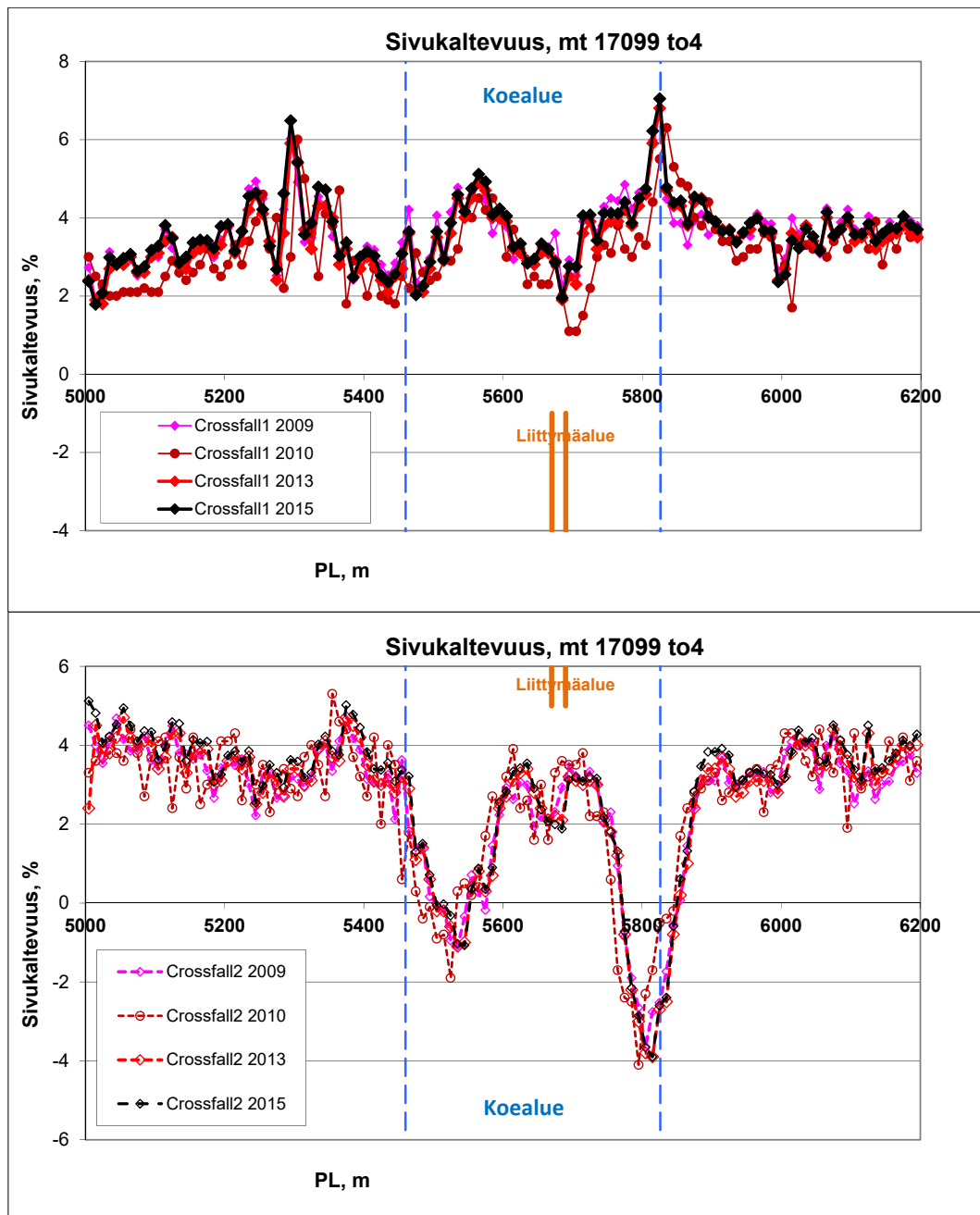
Kuvasta 6.4.3 havaitaan sivukaltevuuksien olleen pääosin 3–4 % ja kuuden vuoden aikana sivukaltevuuksissa ei ollut tapahtunut merkittäviä muutoksia. Kohdassa pl 5750 tie kaartuu ja nousee suoalueelta kallioalueelle paaluluvun kasvaessa.



Kuva 6.4.1. Tien 17099 to4 oikealta (ylempi) ja vasemmalta (alempi) kaistalta mitatut IRI-arvot 2009, 2010, 2013 ja 2015.



Kuva 6.4.2. Tien 17099 to4 oikealta (ylempi) ja vasemmalta (alempi) kaistalta mitatut URA-arvot 2009, 2010, 2013 ja 2015.



Kuva 6.4.3. Tien 17099 to 4 oikealta (ylempi) ja vasemmalta (alempi) kaistalta mitatut sivukaltevuudet 2009, 2010, 2013 ja 2015.

6.5 Silmämääräiset tarkastukset 2009–2015

6.5.1 Vuodet 2009 ja 2010

Koekohde tarkastettiin nopeasti 10.10.2009 ja tie oli hyvässä kunnossa. Seuraavana keväänä koekohteella käytiin 19.4.2010. Suoalueella oli vähän lunta ojissa ja pohjamaa oli vielä roudassa. Kuvassa 6.5.1 on esitetty koekohteen loppuosasta otettu kuva risteysaluetta kohti. Silmämääräisesti tie oli hyvässä kunnossa koealueella ja sen lähellä. 15.11.2010 käynnin aikana tien pinta oli osittain lumen peitossa, mutta tehtyjen havaintojen perusteella tie koealueella oli hyvässä kunnossa. Kuva 6.5.2 on koealueen ulkopuolelta olevalta suoralta, jossa tien korkeustaso aaltoili. Tien pinta oli kuitenkin hyväkuntoinen.



Kuva 6.5.1. Pt17099 to4 19.4.2010 paalulta 5780 ajosuuntaan 2.



Kuva 6.5.2. Pt17099 to4 15.11.2010 paalulta 5400 ajosuuntaan 2 koekohteen läheltä.

6.5.2 Vuosi 2011

Koekohde tarkastettiin 2.11.2011 ja autosta havainnoiden tie oli hyvässä kunnossa. Tarkastuspäivänä Virroilla oli tihkusadetta vaikka sää muuten oli ollut kuiva ja pilvinen. Virtojen alueella ojissa näytti olevan runsaasti vettä. Kuitenkin koekohteella ojissa vaikutti olevan vain normaalisti vettä.

Koekohteella oikea kaista oli hyväkuntoinen. Vasemmalla kaistalla havaittiin seuraavia pieniä vaurioita tai jälkiä:

- Pl 5598–5604 oli yksi erittäin loiva painauma, joka oli noin 6 m pitkä sekä ehkä metrin leveä (ei selkeä)
- Todennäköisesti kaistalla ajaneen traktorin/metsätyökoneen lumiketjuista on jäänyt säännölliset jäljet päällysteeseen. Jäljet alkoivat kohdasta pl 5466, kun ne tulevat metsästä (kuva 6.5.3)
- Pl 5478–5492 kaistan keskialueella vaikutti olevan lieviä kulumisen merkkejä (kuva 6.5.3 oikea puoli)



Kuva 6.5.3. Pt17099 to4 2.11.2011 ajosuuntaan 1. Vasemmalla traktorin tai metsätyökoneen tulojälki metsästä ja oikealla lumiketjun jäljet sekä alkavan kulumisen merkkejä välillä pl 5466–5490.

Risteysalueella kohdassa pl 5680 (kuva 6.5.4) havaittiin lisäksi seuraavia vaurioita:

- Keskilinjän oikealla puolella oli 15–20 m pitkä pituushalkeaman alku
- Vasemmalla kaistalla päällysteen pinta oli epätasainen
- Vasemman puoleisesta liittymästä tielle tullessa oli pykälä päällysteen reunalla



Kuva 6.5.4. Pt17099 to4 kohdan pl 5680 risteysalue 2.11.2011 ajosuuntaa 2 kuvattuna.

6.5.2 Vuosi 2012

Koekohde tarkastettiin 3.5.2012 ja tie oli hyvässä kunnossa. Tarkastuspäivänä sää oli aurinkoinen. Virtojen alueella ojissa näytti olevan runsaasti vettä. Koekohteella ojissa vaikutti olevan vähän tai normaalisti vettä.

Autosta havainnoiden tie oli tasainen ja hyvä kuntoinen. Koekohteen ulkopuolella ajaessa tuntui välillä pientä ”nypytystä” tieosan paalulukeman ollessa suurempi kuin 6000. Koekohteella saattaa olla havaittavissa 2–3 loivaa laaja-alaista uraa/painumaa, joka keskilinjalla häviää välillä. Keskilinjalla painuma on pienintä. Samanlaista aavistusta alkavasta urasta/painumasta havaittiin koalueen ulkopuolellakin etenkin suoalueilla. Lisäksi havaittiin soisilla kohdilla ojien alkaneen sammaloitua ja kasvamaan umpeen.

Koekohteen oikea kaista oli pääosin hyväkuntoinen ja siltä tehtiin seuraavat poikkeavat havainnot:

- Pl 5565 sisäkaarteessa oli ehkä lievää laaja-alaista painuma
- Pl 5693 oli erittäin ohut pituushalkeama risteyksen jälkeen
- Pl 5680–5685 oli ohuita pituushalkeaman pätkiä tien reunassa

Vasemmalla kaistalla havaittiin seuraavia pieniä vaurioita tai jälkiä:

- Pl 5479–5605 ja pl 5785–5845 oli aurauksen jälkiä asfaltin pinnassa, jotka näkyivät erityisen hyvin päällysteen reunassa
- Pl 5598–6004 oli yksi erittäin loiva painauma, joka oli noin 6 m pitkä sekä noin metrin leveä

Risteysalueella välillä pl 5655–5680 päällyste oli kulunein ja keskilinjasta hieman oikean kaistan puolelle oli pituushalkeama



Kuva 6.5.5. Pt17099 to4 oikean kaistan sisäkaarre läheltä kohtaa pl 5600 ajosuuntaa 2 kuvattuna 3.5.2012.

Koekohteella käytiin vielä syksyllä 12.10.2012. Sää oli pilvinen ja tien pinta oli melkein kuiva. Vesi oli ojissa korkeammalla kuin aiemmillä käynneillä 2011 ja 2012. Tien päällyste oli pääosin tasalaatuinen. Ennen koekohdetta suoalueen ja kovan pohjamaan (kallio) vaihtumiskohdassa oli muutama poikkihalkeama. Lisäksi ennen koekohdetta oli suoalueella reunahalkeamia muutamassa kohdassa. Kuvassa 6.5.6 on esitetty koekohteen alkua sekä koekohteen ulkopuolista tieosuutta ajosuuntaa 2 kuvattuna.



Kuva 6.5.7. Pt17099 to4 koekohteen kaarteesta läheltä pl 5560 ajosuuntaa 2 kuvattuna 12.10.2012. Koekohde päättyy lähellä toiseksi lähinnä olevia aurausviittoja. Tien aaltoilu johtuu kovan pohjan ja suopohjan vaihtumisista.

Varsinaisella koekohteen alueella ei havaittu juurikaan muutosta edellisistä käyntikerroista. Päälysteessä oli hieman enemmän todennäköisesti nastarenkaista aiheutuneen kulutuksen jälkiä. Lisäksi risteysalueella tien keskilinjän lähellä ollut pitkä pituushalkeama (pl 5668–5690) oli juotettu bitumilla kiinni. Risteysalueella päälysteen pinta vaikutti hieman aikaisempaa kuluneemmalta.

Syksyn käynnillä silmiin pistävää oli soisilla alueilla ojien pohjien umpeen kasvaminen. Ojien pohjille oli kasvanut runsaasti kerrossammalta (kuva 6.5.8). Sammal pidättää ojassa vettä. Lisäksi tieluiskiin on alkanut kasvaa paikoitellen sammalta. Soisilla alueilla ojien puhdistus kasvaneesta sammaleesta voisi olla tarkoituksen mukaista tien kuntoa ylläpitävänä toimenpiteenä.



Kuva 6.5.8. Pt17099 to4 koekohteen risteysalueen läheltä otettu kuva vasemman puoleista ojasta (noin pl 5650) 12.10.2012.

6.5.2 Vuosi 2013

Silmämääräisessä tarkastelussa keväällä 2013 havaittiin risteysalueelle syntyneen noin 20 m pitkä pituushalkeama, joka oli korjattu, ja noin puoli metriä oikean kaistan reunasta lyhyellä matkalla ohutta pituushalkeamaa, jota ei enää syksyllä juuri havaittu (kuva 6.5.9). Sammaleen kasvu ojien pohjalla koealueella ja muissa soissa kohdissa tietä kiinnitti huomiota.



Kuva 6.5.9. Pt17099 to4 koekohteen risteysalueen läheltä otettu kuva oikean puoleista kaistasta (noin pl 5720) 13.5.2013.

6.5.2 Vuosi 2014

Silmämääräisessä tarkastelussa keväällä 2013 havaittu risteysalueelle (pl 5670–5690) syntynyt noin 20 m pitkä pituushalkeama oli edelleen selkeä ja lisäksi oli muodostunut muutama ohuempi ja lyhyempi pituushalkeama (kuva 6.5.10). Muuten koekohteen alue oli hyvässä kunnossa. Paikoitellen oli lyhyitä ja erittäin ohuita pituushalkeamia päällysteessä. Silmäämääräisessä tarkastelussa havaittiin edellisvuotinen risteysalueen jälkeen oikean kaistan reunaan muodostunut pituushalkeaman ja kapeasti lyhyellä matkalla erittäin ohutta verkkohalkeaman alkua, mutta tilanne on säilynyt suhteellisen stabiilina. Kohta on saattanut hieman painua. Sammaleen kasvu ojien pohjalla koealueella ja muissa soissa kohdissa tietä vaikutti taittuneen tai vakiintuneen. Koealueen ulkopuolella havaittiin muutamia leveitä reunahalkeamia ja muutamia tien poikki ulottuneita poikkihalkeamia, joista suurin osa oli korjattu.



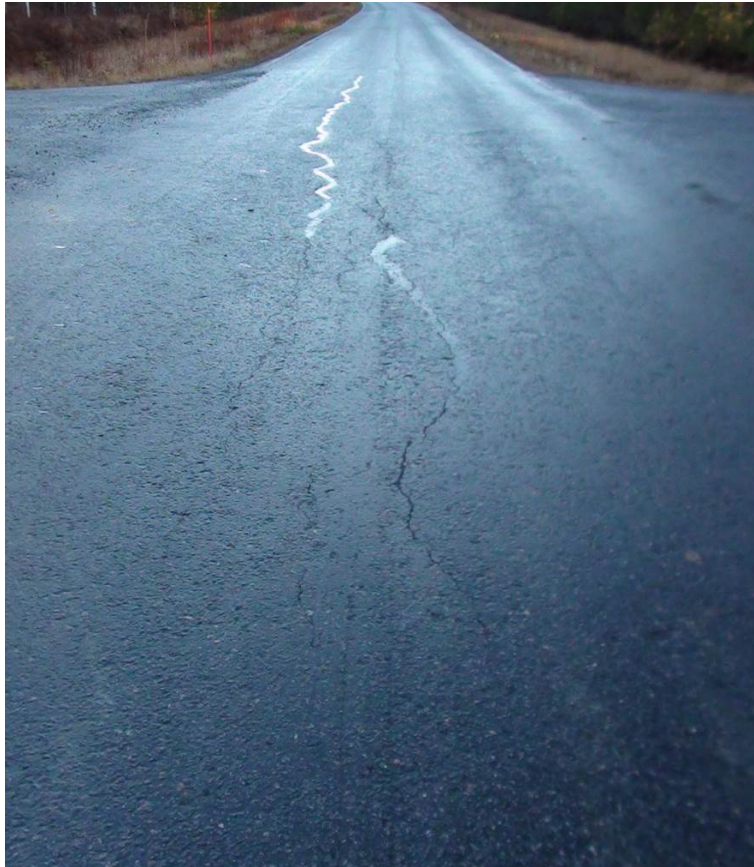
Kuva 6.5.10. Pt17099 to4 pl 5670–5690 koekohteen risteysalueelta 16.4.2014 otettu kuva.

6.5.2 Vuosi 2015

Vuonna 2015 Virtojen koekohde pt17099 to4 pl 5460–5826 tarkastettiin silmämääräisesti 28.4. ja 3.11.2015. Koekohteen ja tien muun ajetun osuuden välillä ei havaittu autolla ajettaessa selkeitä eroja. Tiellä oli varsinkin keväällä havaittavissa vaihtelevasti erittäin loivaa urautumista.

Varsinaiselta koekohteelta kirjattiin seuraavat havainnot:

- PL 5475–5480 vasemmalla kaistalla loivasti painunut alue ja hieman kulunut asfaltti
- PL 5490–5520 tien keskialueella loivaa uraa kaarteessa sisältä ulommas
- PL 5492–5513 vasen kaista lumiketjun jälkeä asfaltin pinnassa
- PL 5545–5580 vasemmalla kaistalla keväällä havaittiin mahdollisesti epämääräistä painumaa ja uraa, jota ei havaittu syksyllä 2015
- PL 5600–5608 keskilinjalla erittäin ohut pituushalkeama ja pieni ura
- PL 5650–5660 oikean kaistan reunassa erittäin ohut pituushalkeama
- PL 5670–5700 risteysalueen keskilinjalla 20 metrin pituudella useita pituushalkeamia, jotka on paikattu. Lisäksi näiden paikkauksien kummallakin puolella on jatkona noin viiden metrin ohuet pituushalkeamat. (Kuva 6.5.11)
- PL 5680–5690 risteysalueella hieman asfaltin pinnan kulumista muutamissa kohdissa. Lisäksi risteysalueen poikki vedetty jotakin terävää, josta selvät 2 m leveät "jalaksien jäljet" asfaltin pinnassa (kuva 6.5.12)
- PL 5695–5703 oikean kaistan reunamerkinän kohdalla pituushalkeama
- PL 5703–5728 oikean kaistan reunassa on yksi tai kaksi ohutta pituushalkeamaa
- PL 5723–5750 oikealla kaistalla alkavaa ohutta pituushalkeama reunassa. Uraa ja päällysteessä mahdollisesti alkavaa ohutta pituushalkeamaa
- PL 5762–5764 oikealla kaistalla ohut pituushalkeama
- PL 5745 oikealla kaistan kohdalla tie on ehkä painunut laaja-alaisesti
- PL 5755–5790 vasemman kaistan reunassa ohut pitkittäishalkeama asfaltilla ja asfaltin ulkopuolella



Kuva 6.5.11. Pt17099 to4 pl 5670–5690 koekohteen risteysalueelta 3.11.2015 otettu kuva ajosuuntaan 2. Kuvassa risteysalueen keskellä näkyy korjatut pituushalkeamat ja niiden jatkeet.



Kuva 6.5.10. Pt17099 to4 pl 5670–5690 koekohteen risteysalueelta 3.11.2015 otettu kuva. Kuvassa keskellä risteysalueen yli näkyy vedetyn ”jalaksien jäljet” päällysteessä.

6.6 Johtopäätökset Virtojen koekohteesta

Kuuden vuoden seurannan perusteella Virtojen koekohteen koealueella tien kunnossa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia ensimmäisen seurantavuoden jälkeen ja koekohteen alue on toiminut hyvin. Koerakenteen perusteella tien pinta-osan käsittely noin 200 mm paksuisesti näyttäisi olevan riittävä huolimatta tien haastavasta sijainnista turvepehmeiköllä. Maatutkamittauksen perusteella 0,6–1,2 m paksut tierakennekerrokset aiempien korjausten jälkeen todennäköisesti auttavat koekohteen rakenteen toimimista, koska paksut rakenteet ovat tiivistäneet aikojen kuluessa turvetta ja jakanevat riittävän hyvin kuormitusta käsitelystä kerroksesta alaspäin. Koealueella merkittävimmät vauriot olivat risteävien liittymien kohdassa pl 5675, jossa tie on laajemmalta alueelta paljaana, jolloin routa tunkeutuu laajemmalta alueelta ja syvemmällä aiheuttaen keskilinjalle pituushalkeamia. Liittymäalueen oikealla kaistalla ja siitä kasvavaan paalulukemaan pl 5720 asti on ohuin hydrofobisella aineella käsitelty kerros, joka tehnee alueesta myös herkimmän vaurioille. Risteysalueen ulkopuolella kohdan vaurioitumisen ensimmäiset silmämääräiset havainnot oli tehty vuonna 2013, mutta vaurioiden eteneminen on vuoden 2015 loppuun mennessä ollut hidasta.

Virtojen koekohteella olisi oleellista seurata tien kunnon muutoksia tulevaisuudessa. Suositeltavaa olisi koekohteen kunnon tarkistamista joka toinen vuosi ja PPL- ja PTM-mittausten tekeminen joka kolmas vuosi.

7 Nokia, Rämsöö–Tottijärvi tie, mt 2991 to1 pl 4550–5156, rakennettu 2009

7.1 Yleiskuvaus tiestä ja rakentamisesta

7.1.1 Sijainti ja ennakkokokeet

Nokialla sijaitseva maantie 2991 on sorapintainen ja melko mutkainen sijaiten paalulta 4450 eteenpäin pääsääntöisesti suhteellisen aukeassa maastossa. Koekohteen alueella maasto viettää pohjoisesta etelään tien vasemman kaistan ollessa korkeammalla puolella. Koekohteen alueella tiepenger on paikoin paksu ja jyrkkäluiskainen. Pl 4800 paikkeilla puut kuitenkin varjostavat tietä molemmilta puolilta.

Mt 2991:lle on tehty kelirikkokorjauksia 2006 (Sjöberg 2010). Vuonna 2009 tielle tehtiin koerakenteen lisäksi kelirikkokorjauksina kantavan kerroksen korotuksia.

Tieltä tehtiin myös Troxler- ja DCP-laitteella mittauksia lämpimänä aurinkoisena kesäpäivänä. Mittauksen aikana tierakenne ja ojat olivat kuivat. Troxler-laitteella mitattiin väliltä pl 3000–4520 0,25 metrin syvyydestä pintaan asti 0,1 m:n välein. Kuivairtoteiheyksien mitattiin olevan 2,10–2,35 Mg/m³ ja vesipitoisuuksien olevan 2,1–3,9 %. DCP-mittauksista arvioitiin kerrosrajat ja niille määritettiin Ahon (2004) diplomityössä esiteillä kaavoilla kahden laskukaavan kautta suuntaa-antavat E-moduulit. DCP-laitteella määritettiin paalulla 4900 kulutuskerroksen paksuudeksi 160 mm ja sen E-moduuliksi noin 370 MPa. Kantavan kerroksen, joka sijaitsi 0,16–0,32 metrin syvyydessä, E-moduuliksi määritettiin 200 MPa. Kantavan kerroksen alla syvyydellä 0,32–0,46 m E-moduuli oli noin 600 MPa. DCP-mittaus päättyi 0,46 m syvyydessä todennäköisesti kiveen. Hieman koealueen ulkopuolelta paalulta 4520 määritettiin suuremmat E-moduulit.

7.1.2 Rakentaminen 11.9.2009

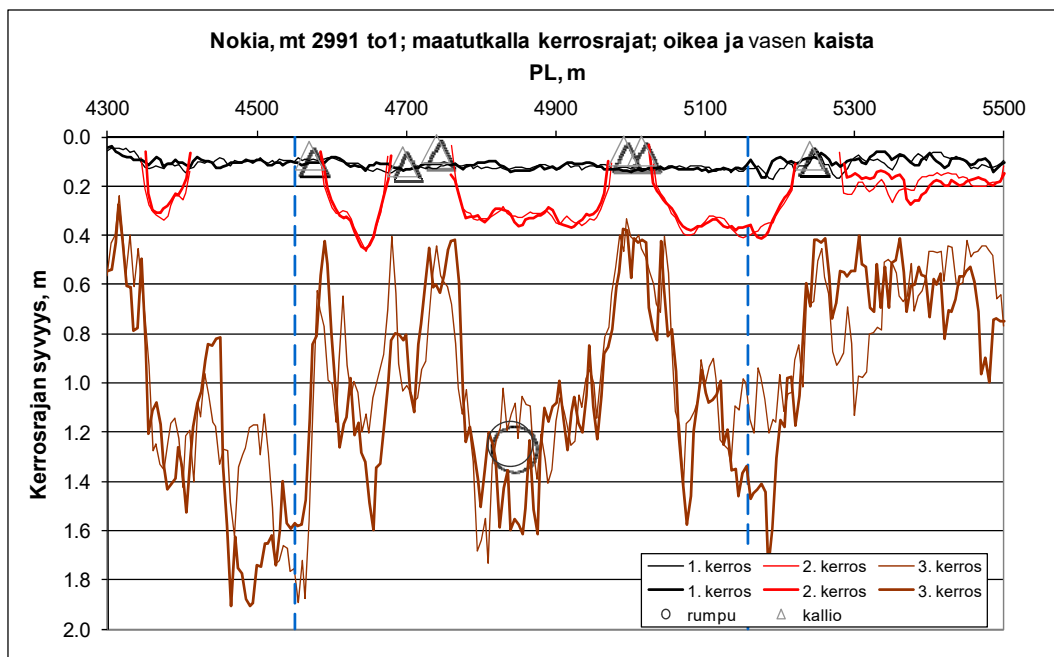
Koekohde rakennettiin 11.9.2009. Sää oli aamulla sumuinen. Päivällä lämpötila nousi lähelle 20 °C auringon paistaessa. Tien pintaosaa käsiteltäessä Sacocell KN10/35 -aineella 0,15 metrin syvyyteen laitteiston terä nostettiin ylös kahdessa kohdassa isojen kivien tai kallion takia. Paalulla 5012 terä nostettiin ylös molemmilla kaistoilla ja paalulla 4744 vain oikealla kaistalla. Nostojen kohdalla tierakennetta ei käsitelty 2–4 metrin matkalta. (Sjöberg 2010)

Sekoituslaitteiston perässä käsitellylle kerrokselle tehtiin nopeasti alkutiivistys. Varsinainen tien pinnan muotoileminen aloitettiin koko koekohteen käsittelyn jälkeen. Tien pinnan muotoilun jälkeen tierakenne tiivistettiin. Tiivistämisen jälkeen koekohteen pinta pölysi yli puolella koekohteen alueesta. (Sjöberg 2010)

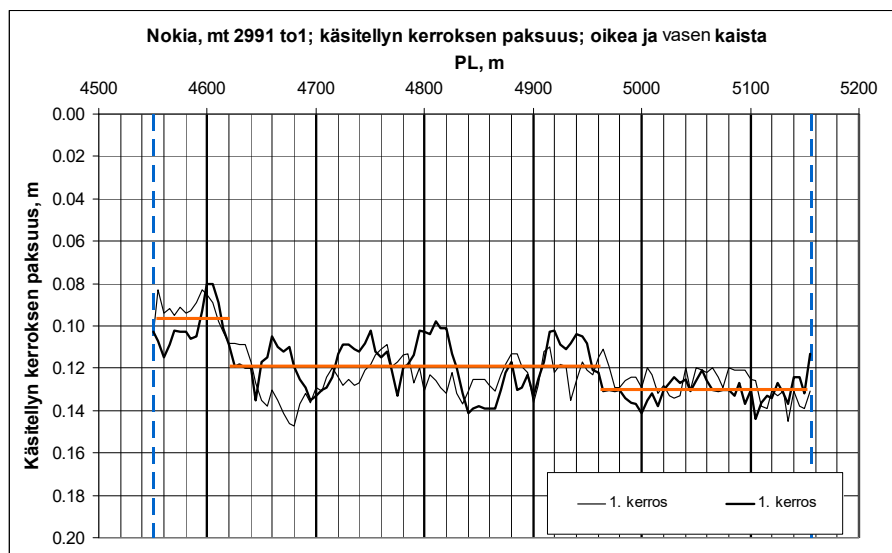
Sekoitus- ja tiivistyksen jälkeen koekohteella määritettiin Troxler-laitteella tilavuuspainot 0,05 m ja 0,1 m syvyyksiltä tien pinnasta tien molemmilta kaistoilta kahdesta kohtaa. Mittauspisteitä oli yhteensä 17 kpl. Määritetyt kuivairtoteiheydet vaihtelivat 1,96–2,17 Mg/m³ keskiarvon ollessa 2,08 Mg/m³. Troxler-laitteella mitatut vesipitoisuudet vaihtelivat 2,3–4,9 % välillä. (Sjöberg 2010)

7.2 Maatutkamittaukset ja rakenne

Kuvassa 7.2.1 on esitetty 26.10.2009 tehdyn maatutkamittauksen perusteella molemmilta kaistoilta määritetyt tien rakennekerrosten rajat. Kuvaan on kolmioina lisätty lähellä tien pintaa mahdollisesti olevat kalliopiikit tai isot kivet. Lisäksi kuvaan on lisätty tien ali kulkeva suurehko rumpu, vaikka sen syvyys ei ole täsmällisesti määritetty. Kuvassa 7.2.2 on esitetty maatutkamittauksen tuloksista laskettu käsitellyn kerroksen paksuus, joka oli välillä pl 4550–4620 lähellä 0,10 m ja välillä pl 4620–4960 0,10–0,14 m sekä koealueen lopussa välillä pl 4960–5155 noin 0,13 m. Maatutkamittauksen perusteella käsittelysyvyys olisi jäänyt tavoitesyvydestä 10–50 mm.



Kuva 7.2.1. Nokian koekohteesta molemmilta kaistoilta maatutkamittauksella 26.10.2009 määritetyt tien rakennekerrosten rajat. Vasemman kaistan rajat on piirretty ohuemmalla viivalla kuin oikean kaistan. Kallio tarkoittaa mahdollista kalliopiikin lähellä olemista tai isoa kiveä.



Kuva 7.2.2. Maatutkamittauksen tuloksista laskettu käsitellyn kerroksen paksuus.

7.3 Pudotuspainolaitemittaukset 2009–2012

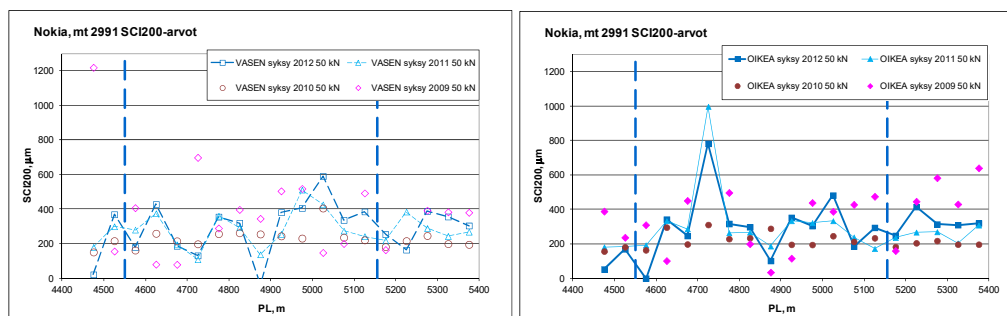
Nokian koekohteella tehtiin pudotuspainolaitemittaukset 20.11.2009, 8.9.2010, 19.10.2011 ja 11.10.2012. PPL-mittausten taipumille ei ole tehty lämpötilakorjauksia. PPL-mittaukset tehtiin jokaisessa pisteessä kolmella eri kuormituksella pienimmästä suurimpaan. Pienin kuormitus oli 25, 32 tai 33 kN ja kaksi suurinta olivat 40 ja 50 kN.

Kuvassa 7.3.1 on esitetty tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt SCI200-indeksit, jotka kuvaavat parhaiten tierakenteen yläosan (0–0,2 m) ominaisuuksia. Vuosina 2009–2012 SCI200-indeksit olivat koealueella pääosin alle 600 μm . Erot mittauspisteiden välillä olivat huomattavia, mikä on todennäköisesti johtunut maaston pienipiirteisyydestä koealueella. Syyskuussa 2010 SCI-indeksit olivat melko tasaisesti 200–300 μm kuivahkon ja lämpimän kesän jälkeen. Selkeästi suurin taipuma oli oikealla kaistalla kohdassa pl 4725, jossa SCI200-indeksi oli vuonna 2012 noin 800 μm . Verrattaessa SCI200-indeksejä taulukon 1.2.1 arvoihin, jotka on tarkoitettu loppukesästä ja alkusyksystä tehtäviin PPL-mittauksiin perustuvaan soratien kantavuuden arviointiin, voitaisiin soratien kantavuuden arvioida olleen marraskuussa 2009 ja syksyllä 2010–2012 joko puutteellinen tai riittävä lukuun ottamatta oikeaa kaistaa kohdassa pl 4725.

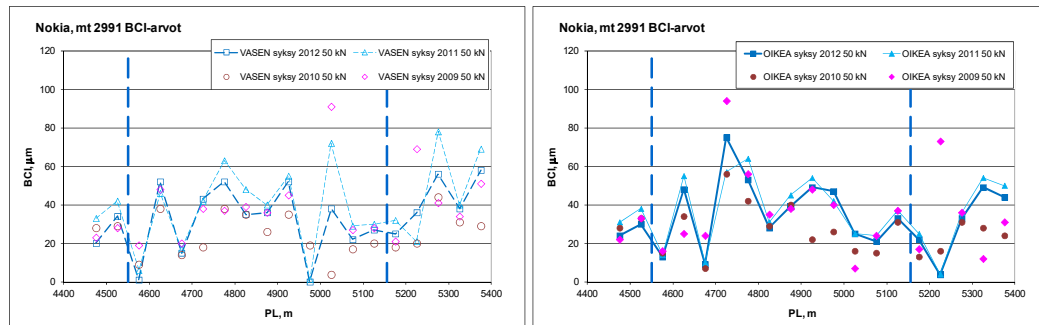
Kuvassa 7.3.2 on esitetty pohjamaan taipumaa kuvaavat BCI-indeksit, jotka olivat koe-kohteen alueella pääosin alle 60 μm . BCI-indeksit ovat pysyneet vuodesta toiseen mittauskohdissa saman suuruisina, mutta vuoden 2009 mittauksissa oli muutama selkeästi suurempi BCI-indeksi ja vuonna 2010 BCI-indeksit olivat hieman pienempiä muihin vuosiin verrattuna. Taulukoon 1.2.1 perustuen soratien rakenteen kantavuus pohjamaan osalta olisi enimmäkseen ollut mittaushetkillä riittävä ja muuten puutteellinen.

Kuvassa 7.3.3 on esitetty BDI300–450-arvot, jotka kuvaavat parhaiten jakavan kerroksen ominaisuuksia. BDI300–450-arvot olivat pääosin alle 200 μm . Vasemmalla kaistalla kohdissa pl 4975 ja 5025 BDI300–450-indeksit olivat kuitenkin 300–500 μm ja suurimmillaan se oli oikealla kaistalla kohdassa pl 4725 ollen lähes 1000 μm .

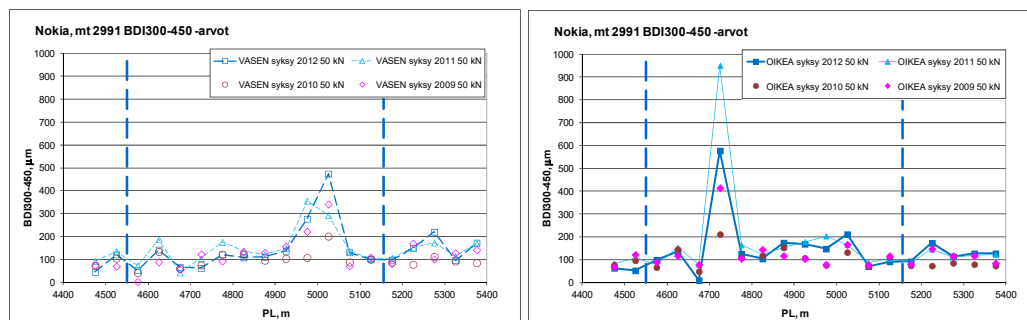
Kuvassa 7.3.4 on esitetty BDI600–900-arvot, jotka kuvaavat parhaiten tierakenteen alaosan tai alusrakenteen yläosan ominaisuuksia 0,6–0,9 m syvyydeltä. BDI600–900-arvot vaihtelivat pääosin 30–100 μm välillä. Suurimmat BDI600–900-arvot olivat vasemman kaistan kohdassa pl 5025 ja oikean kaistan kohdassa pl 4725. Vuonna 2010 mitatut BDI600–900-indeksit olivat pääsääntöisesti pienempiä kuin muina vuosina.



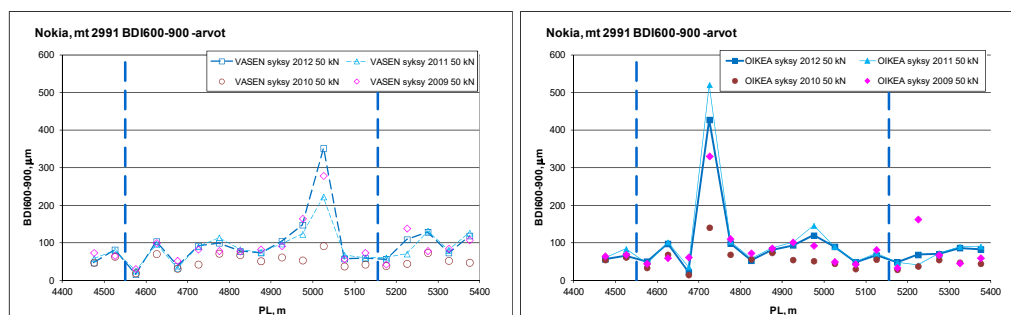
Kuva 7.3.1. Tien 2991 to1 vasemmalta (vasen puoli) ja oikealta (oikea puoli) kais-toilta 2009–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt tien yläosan taipumaa kuvaavat SCI200-arvot.



Kuva 7.3.2. Tien 2991 to1 vasemmalta (vasen puoli) ja oikealta (oikea puoli) kais-toilta 2009–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt tien yläosan taipumaa kuvaavat BCI-arvot.

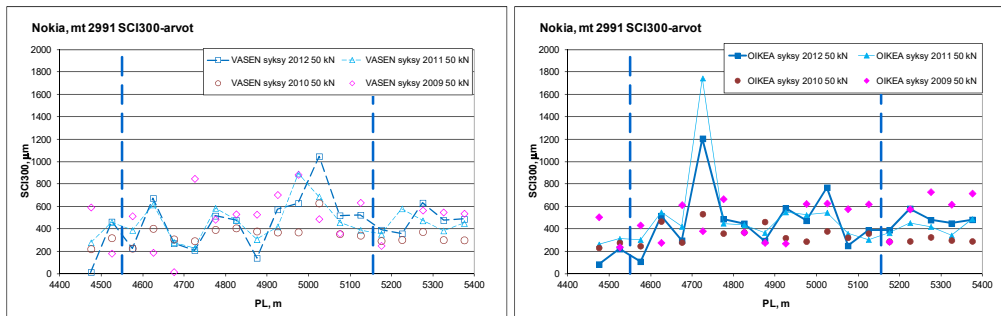


Kuva 7.3.3. Tien 2991 to1 vasemmalta (vasen puoli) ja oikealta (oikea puoli) kais-toilta 2009–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt tien yläosan taipumaa kuvaavat BDI300–450-arvot.

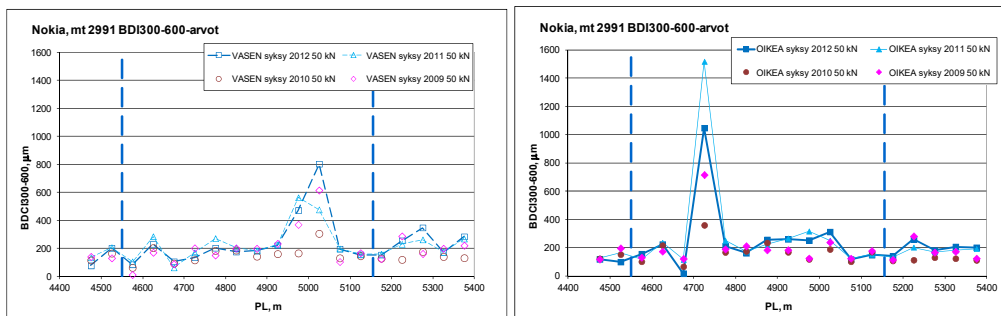


Kuva 7.3.4. Tien 2991 to1 vasemmalta (vasen puoli) ja oikealta (oikea puoli) kais-toilta 2009–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt tien yläosan taipumaa kuvaavat BDI600–900-arvot.

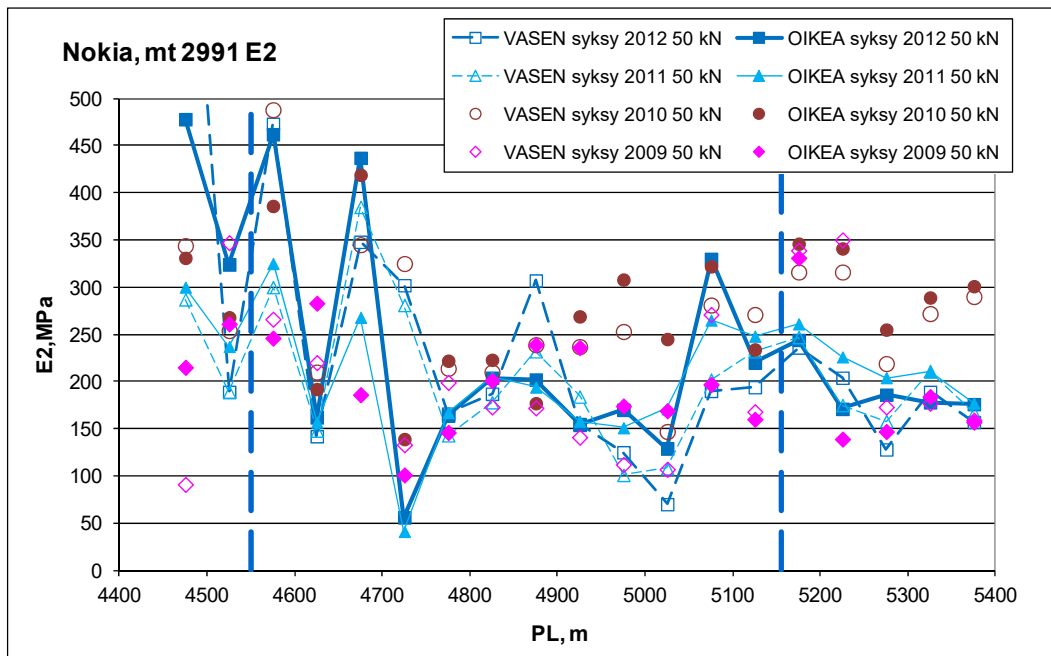
Kuvissa 7.3.5 ja 7.3.6 on esitetty vielä vertailun vuoksi SCI300 ja BDI300–600-arvot, jotka kuvaavat tierakenteen yläosan ja sen alapuolisen rakenteen ominaisuuksia 0,6 m syvyyteen. Kuvat korostavat kantavan kerroksen alapuolisen rakenteen heikkoutta oikealla kaistalla kohdassa pl 4725. Kuvassa 7.3.7 on esitetty PPL-mittauksista saatu E2-moduuli, jonka mukaan kohdassa pl 4725 tien jäykkyys olisi ollut alle 50 MPa syksyllä 2011 ja vain hieman suurempi syksyllä 2012. Tämän lisäksi vasemmalla kaistalla kohdissa pl 4975 ja pl 5025 E2-moduuli oli selkeästi pienempi kuin 150 MPa tien muilla kohdilla sen ollessa suurempi.



Kuva 7.3.5. Tien 2991 to1 vasemmalta (vasen puoli) ja oikealta (oikea puoli) kais-toilta 2009–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt tien yläosan taipumaa kuvaavat SCI300-arvot.



Kuva 7.3.6. Tien 2991 to1 vasemmalta (vasen puoli) ja oikealta (oikea puoli) kais-toilta 2009–2012 tehdyistä PPL-mittauksista määritetyt tien yläosan taipumaa kuvaavat BDI300–600-arvot.



Kuva 7.3.7. Tien 2991 to1 vasemman ja oikean puoleisilta kaistoilta vuosina 2009–2012 tehdyistä PPL-mittauksista saadut tien jäykkyydet, E2-moduulit.

Tehtyjen pudotuspainolaitemittausten perusteella koekohteella soratien rakenteen kantavuus tiellä mt2991 to 1 välillä pl 4450–5400 olisi riittävä tai puutteellinen, mutta oikean kaistan kohdassa pl 4725 ja vasemman kaistan kohdissa pl 4975 ja pl 5025 kuitenkin huono johtuen erittäin suurista SCI- ja BDI-indeksien arvoista.

7.4 Silmämääräiset tarkastukset

7.4.1 Vuosi 2009

Mt 2991 tarkastettiin visuaalisesti koekohteen alueelta 1.12.2009. Sää oli pilvinen ja ajoittain satoi vettä. Lämpötila oli muutaman asteen plussan puolella. Koekohteen ulkopuolella kohdassa pl 5230 mäen nyppylällä oli tien pinnassa voimakasta aaltoilua sekä erityisesti oikealla kaistalla teräväpiirteisiä kuoppia.

Koekohteella huonokuntoisin kohta oli mäennyppylä, jossa käsittelyn tehnyt sekoitusjyrsintälaite nostettiin ylös muutaman metri matkalta suuren pintakiven/kallion takia kummallakin kaistalla. Oikealla kaistalla oli tästä paikasta tien alkua kohden muutamia kuoppia, joissa oli vettä.

Kohdassa pl 4750 tien pinta vaikutti siltä, että se saattaisi olla pehmenemässä mäennyppylän kohdalla, jossa oikealla kaistalla sekoitusjyrsintälaite nostettiin ylös tien pinnassa olevien kivien/kallion takia. Vasemman kaistan puoleisen liittymän kohdalla oli ojaan pidättäytynyt vettä aika lähelle tien pinnan tasoa noin kymmenen metrin matkalla. Ojan ulkoreunalle oli tehty luiskausta syksyllä 2009 ja luiskauksesta oli ehkä tullut tulppa ojaan, estäen veden valumista ojaan pitkin alaspäin.

Koekohteen alkupäässä pl 4560 vasemmalla kaistalla, josta sekoitustyö oli aloitettu, oli havaittavissa tien reunalla ”nimismiehen kiharaa” eli aaltoutumista sekä pieniä kuoppia. Myös korkean penkereen kohdalla pl 4660 tiessä oli lievästi painuneita kohtia ja muutama kuoppa. Lisäksi muutamassa kohdassa oli havaittavissa mahdollisesti alkavan urautumisten merkkejä, jotka oletettavasti johtuvat renkaiden aiheuttamasta kulumisesta.

Edellä mainittuja seikkoja lukuun ottamatta tie 2991 oli koekohteella ja koekohteen lähellä hyvässä kunnossa.

7.4.2 Kevät 2010

Mt 2991 tarkastettiin visuaalisesti koekohteen alueelta 12.4.2010. Sää oli aurinkoinen. Varjoisissa kohdissa oli vielä lunta ojissa. Tien pinta oli pääosin kuiva. Koekohteen alueella havaittiin muutamia vaurioita. Kuvassa 7.4.1 on esitetty koekohteen alkuosalle muodostuneet suurimmat kuopat välin pl 4565– 4590 vasemmalta kaistalta ja keskilinjalta (vasen) sekä kohdassa pl 4658 koekohteen suurin kuoppa (oikea). Muualla koekohteen alueella kuopat olivat yksittäisiä ja pieniä.

Kuvassa 7.4.2 on esitetty kohdan pl 4740 liittymä vasemmalle rakennettavalle talolle. Liittymässä ei ollut rumpua ja liittymä patosi vettä tienpinnan ja liittymän pinnan tasolle. Kohdassa pl 4760 tie oli myös hieman levinnyt ojaan. Vasemmalla ojan ulkopuolella oli muokattu maata syksyllä 2009 ja luiskasta oli liukunut maata ojan pohjalle. Ojan pohjalla oleva hienoainespitoinen maa piti veden pinnan tason noin 0,2 m tien pinnan tason alapuolella. Kuvasta 7.4.3 näkee tien vasemmalle kaistalle muodostuneet kuopat ja tien reuna-alueen paikoittaisen pehmenemisen.



Kuva 7.4.1. Vasemman puoleisessa kuvassa on kuoppia väliltä pl 4565–4590 ja oikean puoleisessa kuvassa on kohdassa pl 4658 koealueella tien pintaan muodostuneet suurimmat kuopat. Kuvat otettiin 12.4.2010.



Kuva 7.4.2. Vasemmalla on liittymän ja oikealla ojan pohjalle liukuneen maan aiheuttamaa veden patoutumista. Vasemman puoleisen kuva otettiin kohdasta pl 4740 ja oikeanpuoleinen kuva kohdasta pl 4770 12.4.2010.



Kuva 7.4.3. Kohdassa pl 4750 liittymä patoaa vettä ja vasemmalle kaistalle on muodostunut kuoppia sekä tien reuna on pehmentynyt. Kuva otettiin 12.4.2010.

Kohdassa pl 4980 ei oltu tehty käsittelyä muutaman metrin alueella, johtuen lähellä tien pintaa olevasta kalliosta tai isoista kivistä. Kohtaan oli muodostunut kuoppia. Lisäksi tien reuna oikealla kaistalla oli selkeästi korkeammalla kuin oikeanpuoleinen ura.

Koekohteen alueella oli lisäksi seuraavat huomiot:

- Kohdassa pl 4837 tien alla on rumpu. Rummun lähellä tiessä oli lievä painuma, joka oli suuremmillaan oikean kaistan reunalla.
- Kohdassa pl 4950 oli muutama matala kuoppa.
- Kohdassa pl 5115 havaittiin urautumista oikealla kaistalla
- Koekohteen lopussa kohdassa pl 5155 oli pieniä kuoppia vasemmalla kaistalla.

Kuvassa 7.4.4 on esitetty koekohteen ulkopuolelle mäen päälle kohtaan pl 5220–5250 muodostunutta pintakelirikkoo. Kuvasta nähdään kulutuskerroksen pakkautuneen aaltomaisesti ja tien olevan kuopilla. Kohdassa tie oli paikoitellen levinnyt vasemman puoleiseen ojaan. Kohdassa autot kulkivat hyvin hitaasti ja pahimpia kohtia kiertäen. Tästä kohdasta eteenpäin tien loppuosa kahden kilometrin matkalta oli autosta havaiten muutamia kuoppia lukuun ottamatta hyvässä kunnossa.



Kuva 7.4.4. Pintakelirikkoo 12.4.2011 koekohteen ulkopuolella olevan mäen päällä kohdassa pl 5220–5250.

7.4.3 Kesä 2010

Tilanne 8.6.2010

Kesäkuun 8. päivä koekohteella pidettiin Destian Matti Aarnion kanssa katselmus, koska koko tielle oli tehty kevätmuokkaus. Tie oli höylätty 28.5., jolloin höyläys koealueella oli todennäköisesti tehty mahdollisimman pinnasta. Kevätmuokkauksen syynä oli tien epätasaisuus ja kuopat. Lisäksi tie oli suolattu 2.6. Käydyssä keskustelussa ei saatu varmuutta, miten koealue suhtautui muuhun tiehen ja tehtiinkö koealueella muokkaus, koska se oli tien kunnon takia tehtävä tai vain muulla osalla tietä tehtävän kevätmuokkauksen vuoksi.

Viikko kevätmuokkauksen jälkeen koekohteen alueella tien pinnalla oli paljon irtoainesta ja tie pölysi jonkin verran. Kuva 7.4.5 on koealueen lopusta ja siitä nähdään irtoaineksen kulkeutuneen ajourista pääosin tien reunoille. Samalla tiehen vaikuttaisi muodostuneen lievää urautumista. Vaikutti todennäköiseltä, että koealueella tien pinnasta höylätty irtonainen tiemateriaali ei ollut kiinnittynyt uudelleen tien pintaan vaan kulkeutunut tien reunalle ja ojiin.

Koealueen ulkopuolella tien loppuosa vaikutti 8.6.2010 hyväkuntoiselta eikä tie pölynnyt.



Kuva 7.4.5. Koekohteen loppuosaa 8.6.2010 viikko kevätmuokkauksen jälkeen.

Tilanne 5.7.2010

Koealueella käytiin 5.7.2010 tien pölyämisen vuoksi ennen seuraavana päivänä tehtävää suolausta. Koealueella tie oli urautunut ja tie pölysi. Eniten oli urautunut mutka kohdassa pl 4600 (kuva 7.4.6). Tiellä havaittiin myös monin paikoin ns. nimismiehen kiharaa (kuva 7.4.7). Koealueella havaittiin kuoppia samoilla paikoilla kuin keväällä 2010 oli ollut. Koealueella varjoiset kohdat olivat paremmassa kunnossa kuin avoimet kohdat.

Urautuminen on saattanut johtua pitkälti höyläyksessä muodostuneen irtokiven ja renkaiden yhteisvaikutuksesta. Tehtyjen silmämääräisten havaintojen perusteella touko-kesäkuun vaihteessa tehdystä tien pinnan höyläyksestä ja suolauksesta ei ole ollut hyötyä koealueella.

Koealueen ulkopuolella tien loppuosa vaikutti pääosin hyväkuntoiselta. Muutamassa paikassa tie oli kuivahko ja tien pinta pölysi hieman. Muutamissa kohdissa havaittiin myös lievää ns. nimismiehen kiharaa ja urautumista, jotka sijaitsivat lähinnä kuivissa kohdissa ja jyrkissä kaarteissa. Koekohteen ulkopuolella tien loppuosalle tehty kevätmuokkaus vaikutti onnistuneelta.



Kuva 7.4.6. Koekohteen alkuosaa 5.7.2010 kohdasta pl 4600, joka oli voimakaimmin urautuneesta.



Kuva 7.4.7. Koekohteen loppuosaa 5.7.2010 kohdasta pl 5080, jossa oli ns. nimismiehen kiharaa.

Tilanne 17.11.2010

Mt 2991 tarkastettiin visuaalisesti koekohteen alueelta 17.11.2010 iltapäivällä. Sää oli poutainen ja lämpötila hieman pakkasen puolella. Tien pinta oli hieman jäinen ja liukas.

Koealueen alussa välillä pl 4581–4588 oli vasemmalla kaistalla kuoppia (kuva 7.4.8) ja välillä pl 4596–4626 mäessä oli uraa. Lisäksi välillä pl 4643–4678 oli kuoppia keskellä tietä sekä oikealla kaistalla, joista reunimmaisetsivat olivat leveitä ja matalia. Oikean kaistan kuopat olivat kuitenkin pääosin tyypillisten ajourien ulkopuolella (kuva 7.4.9). Kohdassa pl 4750 vasemmalla kaistalla oli kuoppia ja vasemman puoleisessa ojassa oli vettä tien pinnan tasoon asti uuden talon liittymän kohdalla, kuten oli ollut keväällä 2010 (kuva

7.4.10). Välillä pl 4808–4928 oikean kaistan sisäkurvi oli silmämääräisesti arvioituna hieman painunut ja tien keskilinja oli kohonnut.

Kohdassa pl 5010–5015 oli muutama metri käsittelemätöntä tien pintakerrosta pienen mäen päällä ja siihen kohtaan oli molemmille kaistoille muodostunut kuoppia. Isoin kuoppa oli oikealla ajouralla ja sen halkaisija oli tien poikkisuunnassa 0,3 m ja pituus-suunnassa 0,5 m syvyyden ollessa suurimmillaan noin 0,1 m (kuva 7.4.11). Välillä pl 5075–5120 oli yksittäisiä matalia kuoppia, mutta muuten koealueen loppuosaa oli silmämääräisesti hyvässä kunnossa (kuva 7.4.12).



Kuva 7.4.8. Koekohteen alkuosaa 17.11.2010 väliltä pl 4580–4590, jossa vasemmalla kaistalla oli kuoppia.



Kuva 7.4.9. Välillä pl 4643–4678 oli kuoppia keskellä tietä ja oikealla kaistalla. Oikean kaistan leveät ja matalat kuopat olivat pääosin tyypillisen ajouran ulkopuolella.



Kuva 7.4.10. Uuden talon liittymä kohdassa pl 4750 pidätti edelleen 17.11.2010 vasemmassa ojassa vettä tien pinnan tasoon asti. Vasemmalla kaistalla oli kuoppia.



Kuva 7.4.11. Kohdassa pl 5010–5015 isoin kuoppa oli halkaisijaltaan tien poikkisuunnassa n. 0,3 m ja pituussuunnassa 0,5 m syvyyden ollessa suurimmillaan noin 0,1 m.



Kuva 7.4.12. Koekohteen loppuosa 17.11.2010.

Koealueen ulkopuolista tietä tarkasteltiin jalkaisin koealueen läheltä ja etäämmältä autosta havainnoiden. Heti koealueen loputtua olevassa pienessä mäessä oli pehmeää ja epätasaista tien pintaa (kuva 7.4.13). Lisäksi tien lopussa postilaatikoita varten tehdyn levennyksen kohdalla tie oli kuoppainen. Pääsääntöisesti tie oli hyväkuntoinen vaikkakin pieniä kuoppia havaittiin sekä muutamassa kohdassa tien pinta oli irtoamassa. Muutamassa kohdassa tien pinta tuntui lisäksi liukkaalta.



Kuva 7.4.13. Pintakelirikon jälkiä 17.11.2010 koekohteen ulkopuolella olevan mäessä kohdassa pl 5220–5250.

7.4.4 Vuosi 2011

Koekohteen kunto 13.5.2011

13.5.2011 tiellä mt2991 käytäessä sää oli poutainen ja aurinkoinen. Tietä kuvattiin käsi-varalta videolle lopusta alkua kohti. Tien loppuosa ennen koekohdetta oli autosta katsottuna pääosin hyväkuntoinen muutamine pienine kuoppineen. Juuri ennen koekohdetta olevalla mäennypäreellä oli viitteitä tiepinnan pehmenemisestä, mutta kohta oli käyty tasoittamassa

Varsinaisesta koealueesta tehtiin autosta koettuna ja videolta katsottuna seuraavia havaintoja

- Tiellä oli paljon nimismiehen kihara ja irtonaista ”soraa”. Koealue vaikutti nimismiehen kiharan takia huonompi kuntoiselta kuin oli ollut heinäkuussa 2010. Toisaalta koealueella tie oli ollut paremmassa kunnossa jo marraskuussa 2010 kuin heinäkuussa 2010.
- Tie vaikutti siltä, että se alkaisi pölytä, jos kuiva kausi jatkuisi.
- Kohdassa pl 4596–4626 ura oli kasvanut edellisestä kesästä
- Kohdassa pl 4734–4753 ojassa oli vettä lähes tien pintaosaan asti uuden talon liittymän kohdalla. Täten tilanne oli sama kuin edellisenä vuotena
- Rummun kohdalla pl 4837 oli painumaa (muodonmuutosta), joka johtuneee syvemmällä olleista routanousuista.
- Kohdassa pl 5010–5015 (koekohteella oleva käsittelemätöntä kohta mäennypylän päällä) oli kuoppia erityisesti oikealla kaistalla.

Koekohteen kunto 26.10.2011

Koekohteella käytiin 26.10.2011 kelin ollessa kuiva ja edellisestä sateesta alueella oli kulunut useita päiviä. Tie oli pääosin hyvässä kunnossa koekohteen alueella. Tien pinta oli tasainen eikä selkeitä uria ollut. Tiellä oli kuitenkin paikoitellen reunapalteita. Vaikutti, että tiellä oli jo tehty syysmuokkaus. Koekohteelta tehtiin seuraavia havaintoja:

- Oikealla kaistalla noin pl 4665 oli kahden metrin pituinen ja 0,1 m leveä matala kuoppa
- Koekohteen alussa välillä pl 4570–4590 vasemmalla kaistalla oli pieniä kuoppia
- Kohdassa pl 4750 oli rummuton liittymä vasemmalle ja vasemmalla kaistalla oli kuoppia (kuva 7.4.14)
- Kohdassa pl 4835 suodatinkangas oli tullut näkyviin betonirummun kohdalla vasemmalla puolella
- Kohdassa pl 5010–5015 käsittelemättömän mäennypäreen kohdalla oli vasemmalla kaistalla pieniä kuoppia liittymän puolella (kuva 7.4.15)
- Välillä pl 4900–4950 oli vasemmalla kaistalla harvakseltaan matalia kuoppia

Koekohteen ulkopuolella oli paikoitellen pieniä kuoppia. Koekohteen jälkeen oleva lähin mäennypäre oli taas tiheässä aallossa.



Kuva 7.4.14. Rummuton liittymätien vasemmalle puolelle kohdassa pl 4750 26.10.2011.



Kuva 7.4.15. Kuoppia vasemmalla kaistalla kohdassa pl 5000, jossa oli pari metriä käsittelemätöntä kulutuskerrosta 26.10.2011. Kuopat ovat kuitenkin pitemmällä matkalla

7.4.5 Syysmuokkaus 27.10.2011

Mt2991 pl 4550–5516 tehtiin raskas syysmuokkaus 27.10.2011. Tiehen oli vuonna 2009 sekoitettu hydrofobisuutta aiheuttavaa käsittelyainetta 150 mm syvyyteen, jonka paksuus oli vuoden 2009 maatutkamittauksen mukaan 100–140 mm. Muokkauksen tarkoituksena oli poistaa tai vähentää kesällä ilmenneitä ongelmia, kuten urautumista ja pölyämistä.

Ehdotuksena tielle tehtävistä toimenpiteistä lähetettiin seuraavat toiveet:

- Koekohteelle tehdään raskas höyläys (tappiterät) syvyyteen 60–80 mm (enintään 100 mm) mieluiten tiehöylällä. Tarkoituksena on saada urien ja kuoppien pohjia myöten materiaalia riittävästi tien sivukaltevuuksien muotoilemiseen ja hyvän tiivistämisen mahdollistamiseksi
- Muokkauksen aikana tai sitä ennen pitäisi olla kostea keli, jotta materiaalin tiivistäminen olisi mahdollista. Tarvittaessa kastelu. Muokkausta ei tehdä sateella
- Tien sivukaltevuudeksi tavoiteltaisiin 5 % ja yksipuolisessa kaarrekallistuksessa 7 %
- Tiivistys tehtäisiin valssi/kumipyöräjäyrällä
- Varmistettava, ettei jää reunapalletta
- Lisäksi informoitiin, että kahdessa kohtaa ei ollut käsittelyainetta ja niissä esiintullee kalliopiikki tai isot maakivet (pl 5012 molemmat kaistat ja pl 4744 oikea kaista)

Mt2991 koekohteen raskas muokkaus, muotoilu ja tiivistys valssijyrällä toteutettiin 27.10.2011 klo 8–13:30. Sää oli kuiva, mutta yöllä kosteutta oli tiivistynyt tien pintaan. Lämpötila oli aamulla noin +5 °C. Päivällä tuuli hieman ja sään ollessa puolipilvistä auringon pilkahtaessa välillä. Lämpötila kohosi suurimmillaan arviolta +9 °C.

Raskaan muokkauksen yhteydessä tehtiin seuraavia yleishuomioita:

- Tiivistyksessä materiaali olisi saanut olla hieman kosteampi. Toisaalta sääennuste oli luvannut illaksi sadetta. Erillistä kastelua ei tehty.
- Tien pintaosan materiaali siirrettiin tien reunoille noin kolmella kerralla, jolloin liittymien eteen nousi jo kohtuullisen korkuinen valli, joka haittasi pienellä maa-varalla varustetun henkilöauton pääsyä tontille.
 - o Ideallisempaa sekoittumisen ja tien leveyden pysymisenä alkuperäisenä olisi kasata ensimmäinen valli pääosin toiselle kaistalle. Siirtää se sitten toiselle ja irrottaa materiaali toiselta kaistalta tämän jälkeen keskelle päin. Haittoina olisi ehkä korkeampi valli (valli ei välttämättä tulisi niin korkeaksi, kun sen levittää leveämmälle alueelle) ja lisääntyvä työ tiehöylälle. Tämäkin tapa haittaisi henkilöautojen liikkuvuutta.
 - o Tien piennaralue olisi tällöin muokattavissa ennen varsinaista siirretyn materiaalin levittämistä ja muotoilua, jolloin ei jäisi reuna palletta
- Käsitelty kerros vaikutti oletettua ohuemmalta, pintakerroksen alta paljastui kuivaa käsittelemättömän näköistä materiaalia tien keskiosalta.
- Reunalle siirretty materiaali muotoiltiin takaisin pääosin kahdella lanauksierroksella, jonka jälkeen tehtiin hienosäätöä (lanauksierroksilla tehtiin paikoitellen useampia lanauksia)
- Koekohteen alkupäästä (korkea pengeri noin 50 m:n matkalta) poistettiin käsin pintaan tulleita suurimpia yli 60 mm rakeita. Suurimmat kivet olivat halkaisijaltaan 150 mm ja kivet olivat muodoltaan pyöristyneitä. Kivissä esiintyi suuria mineraalirakeita.
- Muualtakin poistettiin yksittäisiä tien pinnalle nousseita isoja kiviä. Kiviaines vaihteli jaksoittain. Välillä kivet lohkesivat kiilteisiä pintoja pitkin. Kivirakeet olivat usein pitkulaisia tai litteitä, lukuun ottamatta alkupään pyöreitä isoja kiviä (kuva 7.4.16).
- Lanauksen jäljiltä osa pintamateriaalista joutui ojiin.
- Paikoitellen multaa ja muuta piennarmateriaalia siirtyi tiehen
- Tiivistys tehtiin pääosin kahdella ylityskerralla ja tien reunoja myöten
- Ensimmäisen tiivistyskerran jälkeen poistettiin vielä isoimpia rakeita tien pinnasta ja sekä tien pintaan rikkoontuneiden kivien osia.
- Muokkauksessa tie leveni selkeästi (kuva 7.4.19)
- Tien muoto oli muokkauksen jäljiltä pääosin hyvä, vaikka pariin kohtaan jäi pykälä, jota tiivistys ei poistanut. Silmämääräisesti tiivistys vaikutti riittävältä
- Tien reunoille ei juuri jäänyt reunapalletta

Koekohteen ulkopuolella Rämsöoseen päin

- Tiekarhu kävi tasoittamassa (noin 0,5 km koekohteesta) epätasaisen kohdan, josta autoilija kertoi olevan vaikea kulkea tavallisella henkilöautolla
- Lähempänä Vesilahden rajaa oli lähekkäin toisiaan muutamia kohtia, joissa tien pinta oli liukas
- Muuten pääosin hyvässä kunnossa muutamia kuoppia lukuun ottamatta

Koekohteen jälkeinen pintakelirikkokohta (pl 5220–5250) lanattiin tasaisemmaksi.



Kuva 7.4.16. Tietä höylättäessä esiin tulleiden lohjenneiden kivien pintoja 27.10.2012.



Kuva 7.4.17. Tien sivulle höylättyä pintakerroksen materiaalia 27.10.2012.



Kuva 7.4.18. Valssijyrällä tiivistettyä tien pintaa 27.10.2012.



Kuva 7.4.19. Tie leveni 27.10.2011 muokkauksen yhteydessä. Paikallinen tien leveneminen kuvassa vasemmalla kohdassa pl 4765 johtui peräkärryllisen traktorin kiirehtiessä tiehöylän ohi sysäten tien reunalla kerättyä materiaali leveämmälle.

7.4.6 Vuosi 2012

Tilanne 4.5.2012

Koekohteella käytiin puolipilvisenä päivänä 4.5.2012. Yleisesti ottaen koekohteella tien pinnan kallistukset olivat loivia korkean penkereen alueelta. Koetien alueelta tien pinta oli osittain irtonaista ja tien pinta pölysi. Erään asukaan mukaan kevätmuokkaus oli tehty muutamia viikkoja aiemmin, josta tien reunoilla olleet reunapalitteet ovat saattaneet johtua. Ennen koekohteen alkamista tiellä oli irtonaista kiviainesta. Tarkemmin yksilöityinä tehtiin seuraavia havaintoja:

- Pl 4555–4565 vasemmalla kaistalla oli reunapalle
- Pl 4596 tien oikealla puolella ei ollut ojaa ja tielle tuleva vesi virtaa oikean kais-
tan reunalla olevaa ajouraa pitkin alaspäin
- Pl 4605–4620 vasemmalla kaistalla oli reunapalle
- Pl 4610 tien vasemmalle puolelle oli kaivettu oja, joka kuivattanee metsäaluetta
(kuva 7.4.20).
- Pl 4615 koko tien leveydellä oli matalia kuoppia. Tie oli levinnyt ja vasemman-
puoleinen oja vaikutti pienentyneen
- Pl 4615–4648 tien oikeassa reunassa reunapalletta
- Pl 4690 tien oikeassa reunassa oli reunapalletta
- Pl 4720–4750:
 - o Vasemmalla puolella olevasta liittymästä puuttui edelleen rumpu ja ojassa
oli runsaasti vettä. Kohdassa tien reunat olivat ylhäällä ja tie oli painunut
selvästi. Ennen liittymää vasemmalla puolella oli reunapalletta. (kuva
7.4.21)
 - o Kohtaan on tuotu todennäköisesti keväällä lisää kulutuskerrosmateriaali
peittämään kuoppia ja tasaamaan tien pintaa.
 - o Oikealla kaistalla oli kuoppia ja halkeilua sekä lisäksi on jäänyt eräänlai-
nen pieni ”reunahyppyyri”, tasauksen jäljiltä. Tien oikeassa reunassa oli
myös reunapalletta (kuva 7.4.22)



Kuva 7.4.20. Tien vasemmalle puolelle kaivettua ojaa kohdassa pl 4610. (kuva M. Sjöberg 4.5.2012)



Kuva 7.4.21. Tien vasemmalle puolella oleva liittymä ilman rumpua kohdassa pl 4735. (kuva M. Sjöberg 4.5.2012)



Kuva 7.4.22. Tien oikealla kaistalla olevaa pituushalkeilua kohdassa pl 4735. (kuva M. Sjöberg 4.5.2012)

- Pl 4764 vasemman kaistan puolelta tie oli selkeästi levinnyt. Tämä oli aiheutunut muokkauspäivänä 27.10.2011
- Pl 4813 oikeassa reunassa oli reunapalle ja oikealla kaistalla oli halkeilua
- Pl 4813–4834 tien oikeassa reunassa oli pituushalkeama
- Pl 4836 tien vasemmalta puolelta pengertä oli sortunut ojaan. Sortuman on todennäköisesti aiheuttanut virtaava vesi, kun ojan pohja oli tukkeutunut ja vesi oli etsiytynyt uutta reittiä tien ali menevälle rummulle. Sortuma oli tapahtunut jo syksyllä 2011 (kuva 7.4.23)
- Pl 4867 oikean kaistan keskellä oli kuoppia
- Pl 4883 tien vasemmassa reunassa oli pitkä pituushalkeama
- Pl 4910 oikeassa reunassa oli reunapalletta
- Pl 4918 tien vasemman puoleisessa ojassa oli seisovaa vettä ja tien reunassa oli pituushalkeamaa (kuva 7.4.24)
- Pl 4956 oikeassa reunassa oli reunapalletta
- Pl 5012–5015 oikeassa reunassa oli pituushalkeama ja samassa kohdassa oja oli hyvin matala
- Pl 5030 kohdassa tien oikea reuna näytti levinneen
- Pl 5064–5070 oikeassa reunassa oli pituushalkeama
- Pl 5075–5100 vasemmalla kaistalla oli kuoppia ja vettä ojan pohjalla sekä reunapalletta
- Pl 5130–5136 tien oikeassa reunassa oli pituushalkeama
- Pl 5142–5151 oikeassa reunassa oli pituushalkeama ja oikean puoleiseen ojaan oli kertynyt kiviainesta
- Pl 5156 tien oikean puoleiseen ojaan oli valunut kiviainesta, tai reunaa oli mahdollisesti sortunut ojaan



Kuva 7.4.23. Vasemman puoleisen tiepenkereen sortumiskohdassa pl 4836 tien ali johtavalla rummulle virtaava vesi ei kulje enää ojan pohjalla. (kuva M. Sjöberg 4.5.2012)



Kuva 7.4.24. Vasemman puoleisen tiepenkereen pituushalkeama pl 4918 ja ojassa on seisovaa vettä. (kuva M. Sjöberg 4.5.2012)

Tilanne 16.11.2012

Koekohteella käytiin 16.11.2012. Sää oli poutainen. Edellinen päivä oli ollut sateinen ja sateiden jälkeen yöllä oli ollut paikoin pakkasta Tampereen seudulla. Koko tien pituudelle oli laitettu kelirikkovaroitukset.

Selkeimmät vauriot olivat seuraavissa kohdissa, joiden lisäksi oli muutamia vähäisempiä kuoppia.

- Pl 4560–4590 tiellä oli kuoppia, joista suuri osa vasemmalla kaistalla. Oikealla kaistalla oli yksi iso kuoppa.
- Pl 4665 tien oikealla kaistalla oli matalia kuoppia.
- Pl 4730–4750 vasemmalla puolella olevasta liittymästä puuttui edelleen rumpu ja ojassa oli runsaasti vettä. Kohdassa runsaasti kuoppia, joista suurin osa oli

vasemmalla kaistalla. Tien poikkileikkauksessa oli havaittavissa muutama virtaavan veden muodostama ura.

- Pl 5075–5100 tien molempien ajokaistojen reunaosilla oli muutamia teräväreunaisia kuoppia
- Pl 5125 oikealla kaistalla oikealle johtavan liittymän kohdalla oli kuoppia

Tien pinta koekohteella oli paikoin kostea. Koekohteen ulkopuolella oli tasaisesti kuoppia tien pinnassa. Koekohteen ulkopuolella on lisäksi tiehen jäänyt auton renkaiden jäljet, joka antaa vaikutelman paikallisesta tien pinnan plastisoitumisista. Tien pinta ei ollut kuitenkaan liukas 16.11.2012.

7.4.7 Vuosi 2013

Tilanne 28.5.2013

Toukokuun 28. päivän käynnin aikana koekohteen pinta oli kuiva. Kuva 7.4.25 esittää Mt 2991 to 1 käsitellyn ja käsittelemättömän alueen rajakohtaa pl 5156, josta irtonaisemman soran alue alkoi 28.5.2013. Koekohteen alueella pinta oli suurimmaksi osaksi irtonainen ja autojen ajaessa ohi tien pinta pölisi (kuva 7.4.26). Tie oli paikoitellen levinnyt, mikä todennäköisesti johtuu osittain korkeista ja jyrkistä luiskista. Lisäksi tien reunoissa oli urautumisesta syntyneitä reunapalteita. Tien reunoissa oli paljon halkeilua. Muutamassa kohdassa vaikutti, että kulutuskerrosta olisi ollut jäljellä vain vähän (kuva 7.4.27).



Kuva 7.4.25. Mt 2991 to 1 käsitelty alue alkaa kohdasta pl 5156, josta irtonaisemman soran alue alkoi. Kuva otettu 28.5.2013 ajosuuntaan 2. (kuva M. Sjöberg)



Kuva 7.4.26. Suurimmalla osalla mt 2991 to 1 käsitellyllä alueella tie pölysi autolla ajettaessa. Kuva otettu 28.5.2013 noin pl 4900 ajosuuntaan 2. (kuva M. Sjöberg)



Kuva 7.4.27. Vaikutti, että kulutuskerros oli kulunut ajouran kohdalta ja kiviä oli ajourassa. Kuva otettu 28.5.2013. (kuva M. Sjöberg)

Tilanne 27.11.2013

Loppuvuodesta tehdyllä käynnillä tien pintaan jäänyt ja tiivistynyt lumi häytti havainnot, mutta irtosoraa oli edelleen havaittavissa tien pinnassa. Vaikutti, että tietä olisi sorastettu kevään käynnin jälkeen. Silmämääräisesti tien pinnan kunnossa ei kuitenkaan havaittu merkittävää muutosta

7.4.8 Vuosi 2014

Tilanne 22.4.2014

Huhtikuun 22. päivän käynnin aikana tienpinta oli osittain kostea ja tienpinnassa oli irtosoraa sekä paikoin muutamia yli 16 mm rakeita nähtävissä eli kulutuskerros oli kulu-
nut ainakin osittain pois. Tien pinnan osittaisesta kosteudesta huolimatta ohiajavat autot nostattivat hieman pölyä. Tien reunat olivat paikoin levinneet ojaan ja monin paikoin oli matalia reunapalteita (kuva 7.4.28). Koekohteen alueella tienpinnassa ei ole havaittavissa silmämääräisesti eroa käsittelemättömään alueeseen.



Kuva 7.4.28. Mt2991 to1 noin pl 4950 ajosuuntaan 2 22.4.2014. (kuva M. Sjöberg)

7.4.9 Vuosi 2015

Tilanne 4.5.2015

Iltapäivällä 4.5.2015 sää oli lämmin ja aurinkoinen lämpöasteiden ollessa noin 12 °C. Edellisyönä lämpötila oli käynyt pakkasen puolella. Ilmatieteen internetsivujen tietojen perusteella 29.4.–4.5.2015 alueen sadesumma oli ollut 10–20 mm. Kevääseen 2014 verrattuna koekohde oli paremmassa kunnossa. Soratien liikennöidyllä alueella tien pinta oli pääosin kiinteä. Koekohteen alueella aikaisemmilla käynneillä havaittu irtomainen materiaali oli vierinyt tien reunoille. Silmämääräisen arvion perusteella koko koekohteen alueella vesi ei juuri ohjautu ojiin pienten kallistusten ja reunapalteiden takia. Laskujen kohdalla oli jälkiä veden virtaamisesta tietä pitkin. Tien pinnassa oli paikoitellen yksittäisiä kuoppia.

Alla on eritelty 4.5.2015 koekohteella mt 2991 to 1 paaluvälillä 4550–5156 tehdyt havainnot:

- Pl 4600–4610 oikean kaistan puoleinen oja oli lähes kokonaan kadonnut.
- Pl 4620–4640 oikealla kaistalla oli korkea reunapalle
- Pl 4635–4640 tien reuna oli levinnyt oikealla kaistalla huomattavan paljon
- Pl 4735–4740 vasemmalla kaistalla ja keskilinjalla oli kuoppia (liittymä 473)
- Pl 4780–4845 oikealla ja vasemmalla kaistalla oli veden virtauksen aiheuttamia jälkiä ajourissa
- Pl 4910–4915 vasemmalla kaistalla oli kuoppia ja vesi seisoj ojaassa. Liittymässä 491 oli karsittu puita ja oksat jätetty ojaan (kuva 7.4.29)
- Pl 5020–5080 vasemmalla kaistalla veden virtausjälkiä uloimmassa ajourassa ja oja oli lähes umpeutunut (kuva 7.4.30)
- Koekohteen loppupuolella ajolinjojen ulkopuolella oli suurehkoja irrallisia kiviä



Kuva 7.4.29. Mt2991 to1 liittymän 491 kohdalla vasemman puoleisessa ojassa oli vettä ja puiden karsinnan jätteitä 4.5.2015. (kuva M. Sjöberg)



Kuva 7.4.30. Oja lähes umpeutunut Mt2991 to1 noin pl 5020–5080. Kuva otettu 4.5.2015 ajosuuntaan 2. (kuva M. Sjöberg)

Tilanne 7.10.2015

Keskipäivällä 7.10.2015 ilman lämpötila oli noin 5 °C. Edellisyönä oli ollut pakkasta noin -5 °C. Ilmatieteen internetsivujen tietojen perusteella 2.–7.10.2015 alueen sadesumma oli ollut alle 1 mm. Tien pinta vaikutti kiinteältä ja kostealta. Pinnan kosteus oli johtunut yöllä vallinneesta suuresta suhteellisesta kosteudesta. Tie näytti levinneeltä. Tiellä oli paikoin suuria. Lisäksi tien pinta oli paikoin hyvin urautunut. Ojien kunto vaikutti huonolta.

Alla on eritelty 7.10.2015 koekohteella mt 2991 to 1 paaluväliltä 4550–5156 tehdyt oleelliset paikkakohtaiset havainnot:

- Pl 4585–4590 vasemmalla kaistalla oli suuria kuoppia (kuva 7.4.31)
- Pl 4595–4630 tiessä oli kaksi rinnakkaista ajouraa, joissa kulutuskerrosta oli vähän tai ei lainkaan (kuva 7.4.31)
- Pl 4730–4745 vasemmalla kaistalla oli erityisesti suuria kuoppia ja ne olivat kasvaneet ja lisääntyneet (liittymä 473). Yksittäisiä kuoppia oli pl 4760 asti (liittymä 476)
- Pl 4770–4825 vasemmalla kaistalla oli ajoura ja ulommassa ajourassa oli veden virtauksen jälkiä. Ylempänä mäessä (pienemmällä paalulla 4770) ei juurikaan kulutuskerrosta ajourassa
- Pl 4910–4915 vasemmalla kaistalla liittymän 491 edessä oli isoja kuoppia

- Pl 4954–4980 oikealla kaistalla, etenkin uloimmassa ajourassa, oli kulutuskerrosta vähän tai ei lainkaan.
- Pl 5030–5130 vasemmalla kaistalla oli isot ajourat, joissa kulutuskerrosta oli vähän tai ei lainkaan
- Pl 5095–5100 oikealla kaistalla oli jono kuoppia



Kuva 7.4.31. Mt 2991 to 1 pl 4585–4590 vasemmalla kaistalla oli 7.10.2015 isoja kuoppia ja tiessä alkaa ajourat, joissa kulutuskerrosta oli lähes kulunut pois. Vasemmanpuoleinen kuva oli otettu ajosuuntaan 1. (kuva M. Sjöberg)



Kuva 7.4.32. Mt 2991 to 1 pl 4730–4745 erityisesti vasemmalla kaistalla oli suuria kuoppia. Liittymän 473 kohdalla ei ole rumpua. Kuva otettu 7.10.2015 (kuva M. Sjöberg)



Kuva 7.4.33. 2.7.2015 mt 2991 to 1 pl 5030–5130 vasemmalla kaistalla oli ajourat, joissa kulutuskerrosta oli vähän tai ei lainkaan. Kuva otettu noin pl 5100 ajosuuntaan (kuva M. Sjöberg)

7.5 Johtopäätökset Rämsöö–Tottijärvi mt2991 to1 koekohteesta

Tien pintaosan käsittely (paksuus oli vajaa 0,15 m) hydrofobisella käsittelyaineella ja sen jättäminen päällystämättä on kuusi vuotta kestäneessä seurannassa jättänyt ristiriitaisia vaikutelmia:

- Pintakelirikkoo ei ollut, kun tien peruskuivatus on ollut kohtuullisessa kunnossa. Tosin joitakin kuoppia oli muodostunut kahtena ensimmäisenä vuotena ja runsaammin lokakuussa 2011 tehdyn muokkauksen jälkeen.
- Pudotuspainolaitemittausten perusteella tien kantavuus koealueella on pääosin riittävä vuonna 2009 ja 2011.
- Koekohteen olosuhteista ei ole varmaa tietoa toukokuussa 2010 ennen kevätmuokkauksen tekoa. Kevätmuokkaus todennäköisesti rikkoi koealueella yhtenäistä tien pintaa ja irronnut materiaali ei tiivistynyt takaisin ajoneuvojen alla tien pintaan vaan jäi irtosoraksi tien pinnalle tai kulkeutui tien sivuille. Kevätmuokkaus on saattanut olla alkusykäys kaarteiden nopeammalle urautumiselle ja nimismiehen kiharoille, joiden muodostumista on edesauttanut myös tavoiteltua pienempi käsitellyn kerroksen tiiviyys.

- Kuivana ja helteisenä kesänä 2010 koekohde alue pölysi. Pölyäminen oli merkittävästi runsaampaa koekohteen alueella kuin muualla.
- Raskas syysmuokkaus levensi tietä vuonna 2011. Joka tarkoitti aiemmin paikoitellen urautumisen johdosta ohentuneen käsitellyn kerroksen paksuuden ohentumista entisestä.
- Vuoden 2012 tarkastus käyntien perusteella raskas syysmuokkaus vuonna 2011 ei parantunut koekohteen toimivuutta vaan vaikutti heikentäneen sitä.
- Vuosien 2013 ja 2014 käynneillä tienpinta oli irtomainen ja pölyävä. Lisäksi huomio kiinnittyi tien ryhdin huonontumiseen, joka lienee osittain seurausta tien korkeista penkereistä.
- Vuonna 2014 tien pinnassa havaittiin yli 16 mm rakeita, jotka olivat selkeä merkki koekohteen merkittävästä kulutuskerroksen ohenemisesta. Vuoden 2015 syksyllä joissain kohdissa ajourissa oli vähän tai ei juuri yhtään kulutuskerrosta jäljellä.

Oleellisin syy koekohteessa tien kulumiseen ja pölyämiseen lienee kevätmuokkaus, auraukset ja nastarenkaiden aiheuttama kulutus sekä sorastukset. Ne vaikuttivat voimakkaasti hydrofobisella käsittelyaineella käsitellyn kerroksen toimivuuteen tien pintakerroksena. Ne saivat aikaiseksi alkusykäyksen, jonka jälkeen käsitelty kerros ei enää toimi yhtenäisenä ja tien pinta kului epätasaisesti. Koska käsitelty kerros ei päästä vettä läpi, niin kuluneisiin kohtiin kertynyt vesi edesauttoi eroosiota. Sorastus ei ole auttanut tilannetta, koska uusi sorastuskerros ei ole iskostu käsiteltyyn kerrokseen kiinni vaan irtotaa nopeasti leviten ojiin. Tehtyjen havaintojen perusteella käsittely esti pintakelirikkoa, mutta tien pinnan kulumisen johdosta koekohteessa ei saavutettu hydrofobisella käsittelyaineella tavoiteltuja hyötyjä tien pintakerroksena.

Koekohteen mt2991 to1 seurannan jatkamisesta ei ole enää merkittävää hyötyä. Järkevintä olisi palauttaa koekohteessa levinnyt tie normaaliin leveyteen kunnostaen myös ojat. Samalla olisi huolehdittava, että käsitelty kerros ei jää yhtenäiseksi kerrokseksi pidättämään vettä tierakenteeseen.

8 Johtopäätökset hydrofobisista käsittelyaineista koekohteissa

Ensimmäiset hydrofobisuutta käsiteltävälle kerrokselle antavat käsittelyaineet sekoitettiin tierakenteisiin 2005 ja viimeisimmät 2009. Hydrofobisista käsittelyaineista on siten saatu kokemuksia kuudesta erilaisesta koekohteesta enimmillään kymmenen vuoden ajalta. Kokemusten vertailua on muutamassa koekohteessa vaikeuttanut selkeän vertailurakenteen puuttuminen tai toteutetun koerakenteen sijaitseminen tien selkeästi heikoimmalla alueella, jolloin johtopäätökset eivät perustu puhtaasti objektiivisiin mitattavissa oleviin havaintoihin.

Tien pintaosan käsittely hydrofobisella käsittelyaineella ei ratkaise tien ongelmia, mikäli ne johtuvat erittäin heikosta pohjamaasta tai täysin toimimattomasta kuivatuksesta (Jyrhämäjärvi, Havinneva–Tainuskylä ja paikallisesti Louko–Koura). Käsittelyaineella käsitelty kerros saattaa ottaa vastaan lievästi enemmän vetojännitystä kuin käsittelemättömän kerros, mutta sillä ei ole käytännössä merkitystä rakenteen kestämiseen. Toistuvassa kuormituksessa erittäin heikon alustan päällä käsitelty kerros painuu ja käsiteltyyn kerrokseen muodostuu halkeamia tai epäjatkuvuuskohtia, joista käsitellyn kerroksen alapuolella oleva materiaali pursuaa tien pintaan.

Päällystettynä hydrofobisuutta antavat käsittelyaineet ovat toimineet toistaiseksi välttämättä (Maalahti ja Jyrhämäjärvi) tai hyvin (Virrat). Näiden koekohteiden kohdalla hydrofobisten käsittelyaineiden taloudellisen käytön edellytykset selviävät Maalahden ja Virtojen koekohteiden vaurioiden kehittymisen kautta.

Päällystämättä jätetyistä koekohteista on seurantatutkimuksista kertynyt positiivisia ja negatiivisia kokemuksia. Kokemusten perusteella päällystämättä jätettävien hydrofobisilla käsittelyaineilla parannettavien rakenteiden toteuttamiseen on kehitettävä tarkempia ohjeita tien pinnan riittävästä sivukaltevuudesta ja riittävän tiivistyksen varmistamisesta. Koekohteilla tehtävien toimenpiteiden ja tien kunnan kehittymisen seuraamiseksi pitäisi päällystämättä jätettäviin koekohteisiin järjestää lähes päivittäinen seuranta.

Keskeinen kysymys hydrofobisella käsittelyaineella käsitellylle soratielle on olemassa olevien kunnostusmenetelmien soveltuvuus tai tarpeen vaatiessa soveltuvien kunnostusmenetelmien kehittäminen. Sorapintaisista koekohteista saadun kokemuksen perusteella nykyisin käytössä olevat kunnostusmenetelmät eivät välttämättä sovellu hydrofobisella käsittelyaineella käsiteltyihin kohteisiin, sillä irronneen ja uuden levitetyn materiaalin kiinnittyminen tiehen on tuntunut olevan epävarmaa. Seurantojen perusteella päällystämättä jätettäviä koekohteita ei suositella tehtäväksi ennen kuin on selvitetty normaalien hoitotoimenpiteiden tarkemmat vaikutukset käsiteltäviin kerroksiin tai voidaan varmistaa, että koekohteilla tehdään vain ennalta sovittuja kunnostustoimenpiteitä, jolloin niiden tarkka dokumentointi ja vaikutusten selvittäminen olisi oleellista.

Hydrofobiset käsittelyaineet ovat koekohteiden seurannoissa osoittaneet olevansa oikeassa paikassa käytettynä potentiaalinen vaihtoehto tierakenteen parantamisessa. Kuitenkaan ne eivät sovellu 0,15–0,20 metrin kerroksina kohteisiin, joissa ongelmana on erittäin heikko pohjamaa tai tierakenteen alaosa. Runsaasti tietoa ja kokemusta kerryttäneyttä seurantaa olisi jatkettava valikoidusti.

- Virtojen ja Maalahden koekohteiden kunnan kehittymistä olisi seurattava. Tärkeämpi näistä kahdesta olisi Virtojen koekohde.

- Louko-Koura koekohteen pahimman kohdan korjaaminen olisi ajankohtaista ja sen korjauksen dokumentointi olisi oleellista.
- Nokian koekohteen seurannan jatkamisesta ei ole enää merkittävää hyötyä. Sen sijaan kohteen seuraavan kunnostuksen dokumentointi olisi hyödyllistä.

Lähdeluettelo

Aho, Saara (2004). Sorateiden kelirikkokorjausten toimivuus ja elinkaarikustannukset. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Maa- ja pohjarakenteet julkaisu 58.

Aho, Saara, Saarenketo, Timo ja Kolisoja, Pauli (2005). Kelirikkokorjausten suunnittelu ja rakentaminen. Tiehallinnon selvityksiä 64/2005.

Aho, Saara ja Vuorimies, Nuutti (2005). Tierakenteen kuormituskestävyyden parantaminen hydrofobisilla käsittelyaineilla. Loppuraportti 9.12.2005 (julkaisematon).

Kalliainen, Antti (2008). Uusien käsittelyaineiden vaikutus kosteustilaherkkien tienrakennusmateriaalien mekaanisiin ominaisuuksiin. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.

RoadexIII. Permanent deformation. E-Learning package. Saatavilla <http://roadexorg.adv2.nebula.fi/elearning/>. Haettu 11.10.2010.

Saarenketo, Timo (2009). Jyrhämäjärven koerakenteen kuormitustestit keväällä 2009. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 41/2009.

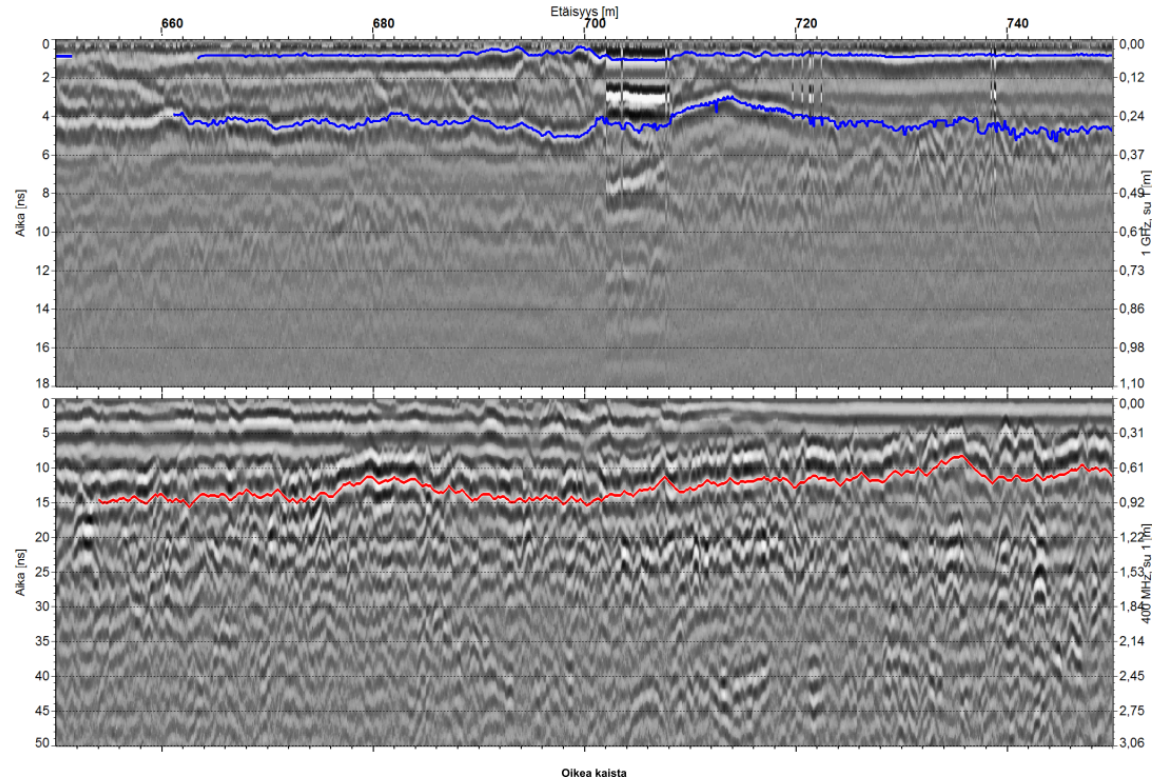
Sjöberg, Maria (2010). Tien rakenteen parantaminen hydrofobisella käsittelyaineella. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto.

Tiehallinnon selvityksiä (2007). Käsikirja päällysteiden pinnan kunnon mittaamisesta. Tiehallinnon selvityksiä 21/2007.

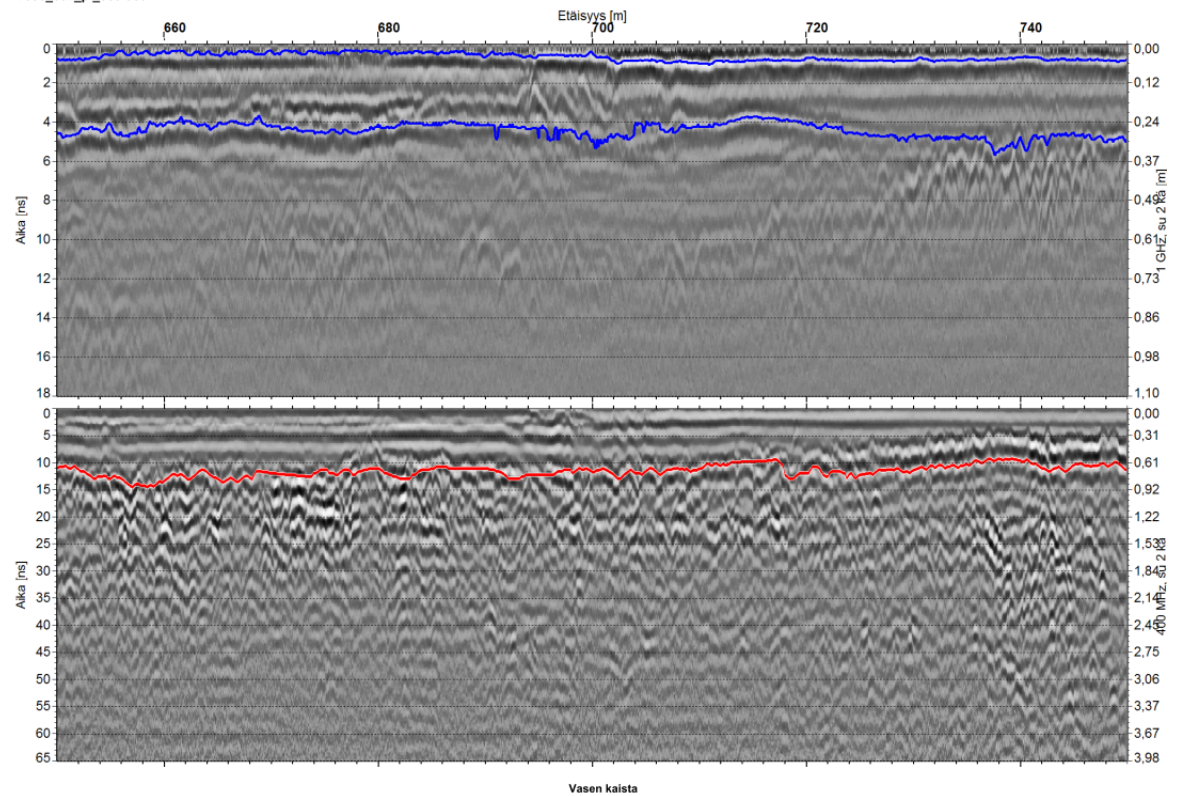
Vuorimies, Nuutti ja Kolisoja, Pauli (2009). Sitomattomien väylärakennemateriaalien kosteustilaherkyyden vähentäminen uusilla käsittelyaineilla. Tiivistelmäraportti Tiehallinnon selvityksiä 19/2009.

Louko-Koura, mt17353 to2, koekohteen maatutkamittausten tulkinnot

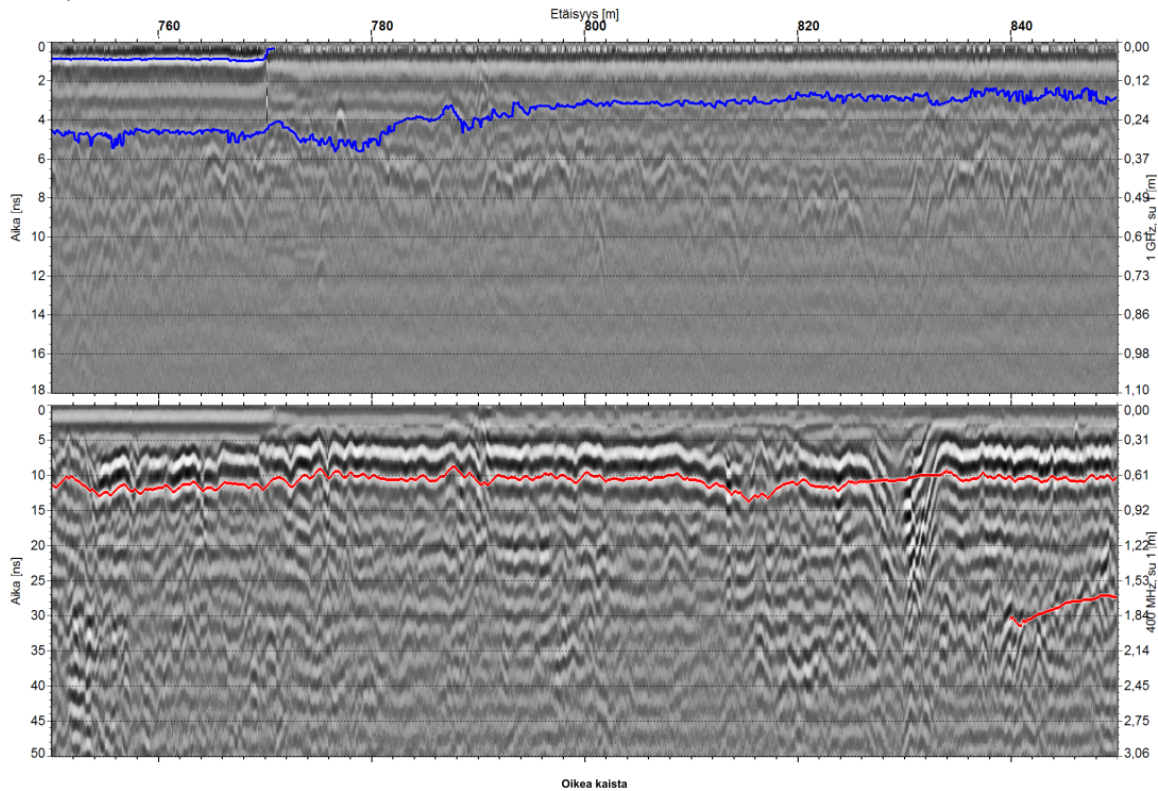
17353 to2 pl650-950



17353_002_pl_650-950

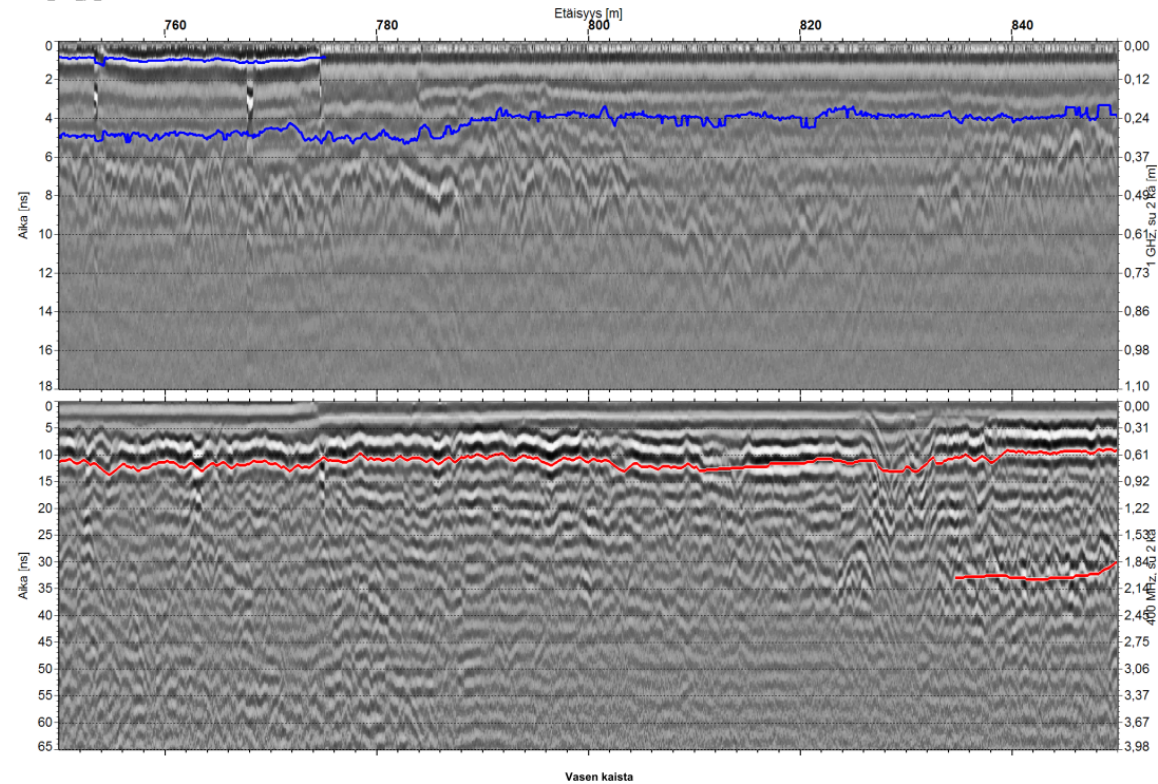


17353 to2 pl650-950



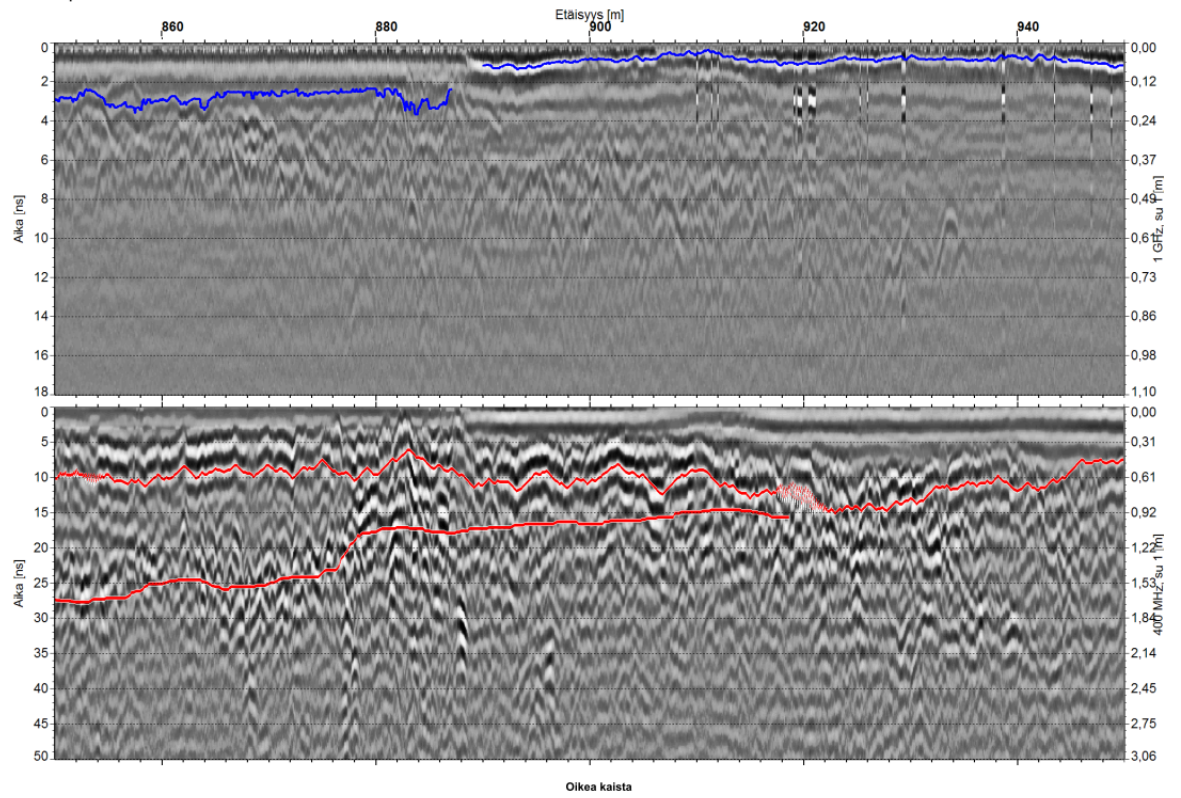
Oikea kaista

17353_002_pl_650-950

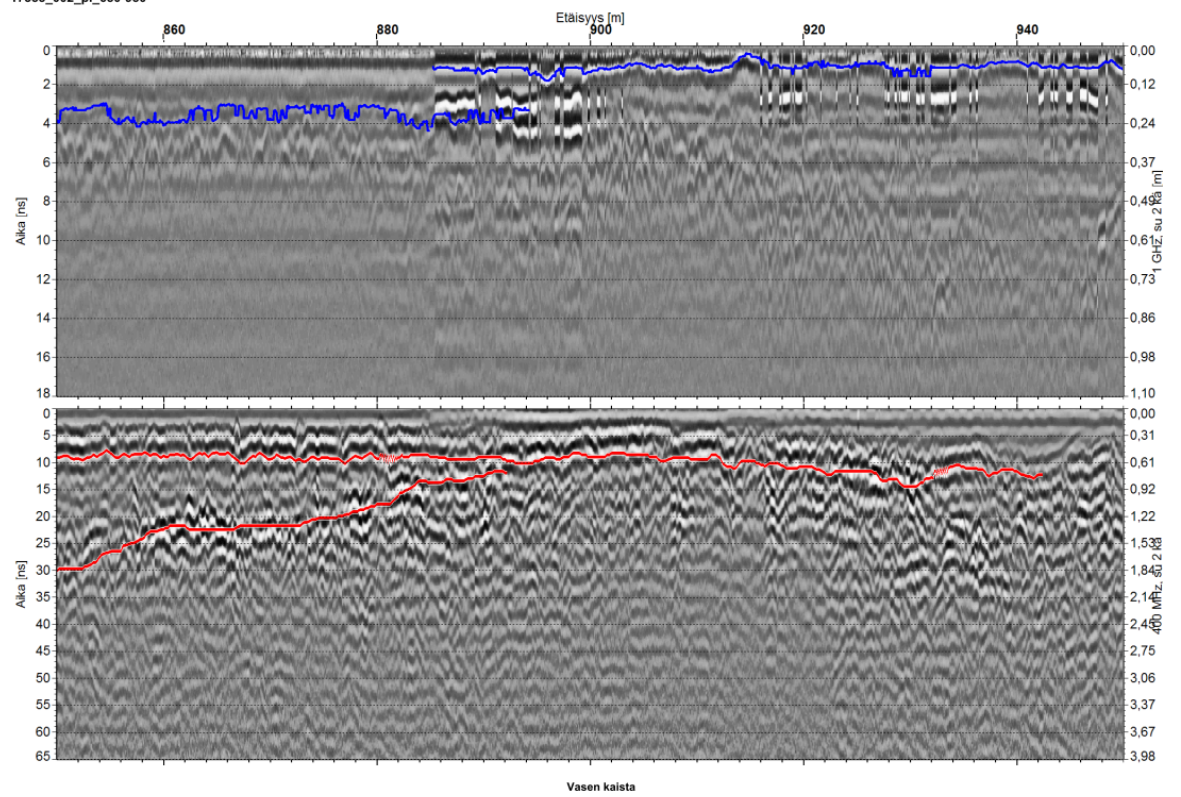


Vasen kaista

17353 to2 pl650-950



17353_002_pl_650-950



Mt 17429 to1 koekohteelta 31.8.2010 ikkunanäytteenottimella määritetyt kerrosrajat ja silmämääräiset arviot otetuista näytteistä sekä määritetyt vesipitoisuudet. Paksunnetulla fontilla on laboratoriossa määritetyt maalajit.

Piste 13	mt 17429	2524	oik	4.7 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-14	pinta+käsitelty		1391.8	1334.4	4.3	srHk / HKMr	
2	14-40	kantava+jakava		3089.8	2961.3	4.3	hkSr /hkSrMr	
3	40-75	sekoitus :		2305	1924.9	19.7	ljHk + Tv	
		humus/Si/ketunhiekk						
Piste 14	mt 17429	2524	oik	3.8 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-23	pinta+käsitelty		2990.4	2882.4	3.7	srHk/hkMr	
2	23-40	kantava+jakava		1632.1	1548.9	5.4	siHkMr	
3	40-44	humus		685.4	558.1	22.8	hkLj / Lj	
4	44-54	hK		714.3	597.2	19.6	ljHk	
5	54-61	turve		457.8	222.6	105.7	Tv / aavistus Hk	
6	61-93	hiHk		2382.1	1963.4	21.3	ljHk	
Piste 15	mt 17429	2524	oik	2.3 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	määritetty
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratori	maalaji
1	0-19	pinta+käsitelty		ei vesipit				
2	19-43	kantava+jakava		2868.7	2754	4.2	hkSr/hkSr	hkSrMr
3	43-55	Hk (humus)		1495.6	1292.1	15.7	ljHk(+Tv)	ljkeHk
4	55-97	Si/siHk		3249.8	2815.7	15.4	siHk/ljka	ljkeHk
Piste 16	mt 17429	2524	oik	0.8 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-16	pinta+käsitelty		ei vesipit				
2	16-37	kantava+jakava		2058.4	1934.9	6.4	hkSrMr / srHkMr	
		päätyi kiveen 0,37 metrissä						

Piste 1	mt 17429 PL	2708	oik	1.4 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0 -17	pinta+käsitelty		1872.76	1805.3	3.7	hkSr	
2	17-42	kantava+jakava		3131.5	2952.7	6.1	srHk	
3	42-48	humus		686	538.5	27.4	huSi	
4	48-85	siMr		4118.7	3663.3	12.4	siMr	
		loppui kiveen / kallioon						
Piste 2	mt 17429 PL	2708	oik	2.3				
				mm	mk	w	maalajiarvio	määritetty
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratorioss	maalaji
1	0 -14	pinta+käsitelty		1493.6	1434.8	4.1	hkSr	
2	14-44	kantava+jakava		3028	2863	5.8	hkMr	srHkMr
3	44-57	humus		1496.42	1214.4	23.2	ljSi	ljSrHkMr/hkMrLj
4	57-85 (95)	siMr		3579.8	3195.8	12.0	SiMr	srHkMr
Piste 3	mt 17429 PL	2708	oik	3.8 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0 -16	pinta+käsitelty		1676.7	1609.5	4.2	"siSr" / hkSr	
2	16-40	kantava+jakava		2747.3	2641.6	4.0	siHkMr? (siSr)	
3	40-44	humus		757.4	609.7	24.2	ljSi	
4	44-92	siMr/siHk		4558.3	4239	7.5	siHkMr	
Piste 4	mt 17429 PL	2708	oik	5.2 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0 -17	pinta+käsitelty		1943.4	1853.1	4.9	HkMr/hkSrMr / (siSr)	
2	17-36	kantava+jakava		1814.1	1678.2	8.1	siHkMr	
3	36-45	humus		1162	919.1	26.4	ljSi	
4	45-85	siMr		5515.3	5025.4	9.7	siHkMr	

Piste 5	mt 17429 PL	2803	oik	5.0 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	määritetty
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	maalaji
1	0-18	pinta+käsitelty		ei vesipit			TS-kokeeseen 16.9.	
2	18-35	kantava+jakava		2270.6	2151.7	5.5	hkSiMr	srHkMr
3	35-45	humus		1132.6	870.7	30.1	Lj / ljSi	ljHkMr
4	45-66	"ketunhiekkä"		1899.3	1629.7	16.5	ljHk	ljHk
5	66-89	siHk		2956.8	2701.2	9.5	siHk/siMr	srHkMr
4.kerros taisi olla 46-76								
Piste 6	mt 17429 PL	2803	oik	4.0 m				
/				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-17	pinta+käsitelty		ei vesipit			TS-kokeeseen 16.9.	
2	17-44	kantava+jakava		2951.5	2848.1	3.6	hkMr	
3	44-53	humus		1332	1151.5	15.7	ljSiHk	
4	53-75	"ketunhiekkä"		2307.3	1937.6	19.1	ljHk	
5	75-95	siHk		2897.8	2654.7	9.2	hkSiMr	
Piste 7	mt 17429 PL	2803	oik	2.6 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-15	pinta+käsitelty		1326.6	1280.9	3.6	hkSr	
2	15-22	"kantava"		1306.4	1002	30.4	srHk	
3	22-40			2148.1	2064.5	4.0	srHkMr	
4	40-47	humus		1348	1107.4	21.7	ljSi / ljHk	
5	47-75	"ketunhiekkä"		2533	2125.1	19.2	ljHk	
6	75-93	siHk		2412.4	2228.5	8.3	siHkMr	
Piste 8	mt 17429 PL	2803	oik	1.6 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-18	pinta+käsitelty		1832.8	1760.7	4.1	SrHk	
2	18-38	kantava+jakava		2351.6	2260.4	4.0	srHkMr	
3	38-47	"ketunhiekkä"		1398.5	1283.5	9.0	ljSi	
4	47-53	humus		642.9	442.9	45.2	ljSi / Lj	
5	57-85	"ketunhiekkä"		3036	2673.8	13.5	ljHk	
6	85-90	Si / siHk		ei näytettä				
85 cm:n korkeudessa vesiraja								

Piste 9	mt 17429 PL	2993	oik	1.4 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-14	pinta+käsitelty		ei vesipit			TS-kokeeseen 16.9.	
2	14-35	kantava+jakava		2561.1	2411.3	6.2	hkMr/SrHk	
3	35-43	siHk		680.5	594	14.6	SiMr	
4	43-49	humus		982.3	581.4	69.0	Lj (yksi iso kivi)	
päätyi kiveen/kallioon								
(tätä ennen yksi yritys 0,3 m:n päässä päätyi myös kiveen/kallioon 0,5 m:n syvyydessä)								
Piste 10	mt 17429 PL	2993	oik	2.5 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	määritetty
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratorios	maalaji
1	0-17	pinta+käsitelty		ei vesipit			TS-kokeeseen 16.9.	
2a	17-29	kantava+jakava		1158.1	1119.2	3.5	HkMr/srHk	srHkMr
(29-43) vanha kulutus?								
3	29-51	"vanhoja kerroksia"		3023.7	2827.7	6.9	HkMr /srHk	
4	51-69	turve		1110.6	504.1	120	Tv,+ Hk	oltto 38%
5	69-89	Hk		827.7	737.7	12.2	ljHk	ljHk
ensin kerrokseksi ajateltiin 17-43 => 17-20 & 29-43, mutta lopulta 29-51 vaikutti olevan samaa								
Piste 11	mt 17429 PL	2993	oik	3.5 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-13	pinta+käsitelty		1278.9	1227.1	4.2	HkMr / srHk	
2	13-35	kantava+jakava		2619.4	2521.5	3.9	HkMr	
3	35-49	epämääräinen		1293.6	1181.8	9.5	ljHk	
4	49-73	turve		1618.7	804.1	101	Tv + joukossa Hk	
5	73-84	"ketunhiekkä"		305.6	267.4	14.3	ljHk	
päätyi kiveen 84 cm								
Piste 12	mt 17429 PL	2993	oik	5.2 m				
				mm	mk	w	maalajiarvio	
kerrokset	syvyys	arvio otetaessa		(g)	(g)		laboratoriossa	
1	0-16	pinta+käsitelty		1339.6	1290.9	3.8	srHk	
2	16-37	kantava+jakava		2223.5	2083.6	6.7	HkMr	
3	37-45	Si / siHk		1384.5	1259.5	9.9	siMr	
4	45-59	turve		917.1	583.6	57.1	mTV / hkLJ (kahta eri	
5	59-97	hiHk		2692.3	2340.4	15.0	ljHk	

Mt 17429 to1 koekohteelta 31.8.2010 DCP:llä määritetyt kerros- rajat ja DCP-indeksi (DPI) sekä DPI-indeksistä CBR-luvun kaut- ta määritetyt E-moduulit kullekin kerrokselle

PL 2524 oikeasta reunasta 1.8 m

	syvyys	DCP- indeksi	E, MPa
1.kerros	0,0 - 0,31 m	1,3	550
2. kerros	0,31 - 0,43 m	5,9	180
3.kerros	0,43 - 0,60 m	21	75
4. kerros	0,60 - 1,00 m	9,0	140

PL 2524 oikeasta reunasta 4.2 m

	syvyys	DCP- indeksi	E, MPa
1.kerros	0,0 - 0,29 m	1,9	420
2. kerros	0,29 - 0,40 m	5,6	190

mittaus lopetettu kiveen

PL 2708 oikeasta reunasta 1.8 m

	syvyys	DCP- indeksi	E, MPa
1.kerros	0,0 - 0,35 m	1,6	480
2. kerros	0,35 - 0,42 m	2,9	300
3.kerros	0,42 - 0,45 m	11	120
4. kerros	0,45 - 0,60 m	3,3	280

mittaus lopetettu tangon vääntymiseen

PL 2708 oikeasta reunasta 4.6 m

	syvyys	DCP- indeksi	E, MPa
1.kerros	0,0 - 0,19 m	2,1	380
2. kerros	0,19 - 0,34 m	3,3	280
3.kerros	0,34 - 0,46 m	6,0	180
4. kerros	0,46 - 0,61 m	3,1	300

mittaus lopetettu kiveen

PL 2803 oikeasta reunasta 1.8 m

	syvyys	DCP- indeksi	E, MPa
1.kerros	0,0 - 0,28 m	1,4	520
2. kerros	0,28 - 0,41 m	8,1	150
3.kerros	0,41 - 0,53 m	24	70
4.kerros	0,53 - 0,65 m	11	120
5. kerros	0,65 - 0,97 m	4,1	240

mittaus lopetettu määräsyvyyteen

PL 2803 oikeasta reunasta 4.8 m

	syvyys	DCP- indeksi	E, MPa
1.kerros	0,0 - 0,27 m	2,0	400
2. kerros	0,27 - 0,35 m	5,8	190
3.kerros	0,35 - 0,59 m	24	55
4.kerros	0,59 - 0,83 m	11	120
5. kerros	0,83 - 0,94 m	3,6	260

mittaus lopetettu määräsyvyyteen

PL 2993 oikeasta reunasta 1.4 m

	syvyys	DCP- indeksi	E, MPa
1.kerros	0,0 - 0,27 m	2,0	400

mittaus lopetettu kiveen 0.28 m syvyyteen

PL 2993 oikeasta reunasta 4.2 m

	syvyys	DCP- indeksi	E, MPa
1.kerros	0,0 - 0,26 m	1,4	540
2. kerros	0,26 - 0,34 m	4,6	220
3.kerros	0,34 - 0,63 m	45	25
4.kerros	0,63 - 0,83 m	16	90
5. kerros	0,83 - 0,90 m	4,0	240

mittaus lopetettu määräsyvyyteen.

